جامعة مؤتة

عمادة الدراسات العليا

# الإنتاج المائي السطحي في الأجزاء الجنوبية الغربية لحوض وادي الموجب وأثر النشاط البشري على نوعية المياه

إعداد الطالب

أحمد عطاالله المطارنة

إشراف

الأستاذ الدكتور إبراهيم مطيع العرود

رسالة مقدمة إلى عمادة الدراسات العليا

استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة

الماجستير في الجغرافيا- قسم الجغرافيا

جامعة مؤتة، 2009

## الإهداء

"إلى روح والدتي بمثواها الأخير"

"إليك زوجتي وأبنائي

أنمار، عيسى، عدنان، محمد"

أهدي هذا الجهد

**أحمد المطارنة**

## الشكر والتقدير

بعد الشكر لله تعالى، أتقدم بالشكر والتقدير للذين أضاؤا بشموع علمهم الزوايـا المظلمه في حياتي العلميه وأناروا بنـورهم دروب العلـم المـستقبليه، البـاحثون الجغرافيون، أساتذتي الجامعيون، كما أود أن أتوجه بالشكر إلى علـم مـن أعـلام الجغرافيا أستاذي والمشرف على رسالتي الأستاذ الدكتور إبراهيم العرود الذي نهلت من بحر علمه الكثير وكان خير مرشد وموجه لي خلال كتابة هذه الرسالة والذي لم يبخل علي بعلمه ووقته،والى أعضاء لجنة المناقشة الأستاذ الدكتور علـي العنـانزه والأستاذ الدكتور طايل الحسن والدكتور نايف الروسان الذي أثرت ملاحظاتهم هـذه الرسالة ولفتت انتباه الباحث إلى مواطن الضعف لتصحيحها.

كما أتقدم بالشكر والتقدير إلى موظفي قسم المياه السطحيه فـي وزارة الميـاه والري وإلى مدير إدارة السدود والأخت شرين النوايسه فـي سـلطة وادي الأردن والأخوة مهندسو سد وادي الموجب وإلى موظفي دائرة الأرصاد الجويـة والأخـت ميساء مطارنه وإلى الأخ عامر الخطيب مشرف مختبر قسم الجغرافيا لما قدمه من مساعده في إنتاج الخرائط الجغرافية. لكم مني جميعاً عظـيم الامتنـان والعرفـان بالجميل.

**أحمد المطارنه**

## فهرس المحتويات

## قائمة الجداول

# قائمة الأشكال

# الملخص

## الإنتاج المائي السطحي في الأجزاء الغربية لحوض وادي الموجب واثر النشاط البشري على نوعية المياه

احمد المطارنه

جامعة مؤتة،2010

تهدف الدراسة إلى تقييم اثر العوامل الطبيعية والبشرية واثر خصائص الأحواض المائية على الإنتاج المائي السطحي وتحليل كميات الأمطار الهطالة على مساحة الحوض البالغة 600 كم$^2$، ومن ثم تقدير كمية الإنتاج المائي السنوي، كما يدرس هذا البحث اثر النشاط البشري المتنامي على نوعية المياه ومصادر التلوث المحتملة في حوض سد وادي الموجب. وقد أبدت العوامل الطبيعية مساهمة فاعلة في زيادة الإنتاج المائي السطحي لتدني عمق التربة في معظم أجزائها وارتفاع نسبة التضرس في الأحواض المائية وارتفاع شدة الهطول، وتشتت الغطاء النباتي وانعدامه في أجزاء كبيرة من منطقة الدراسة، كما أدى التوسع العمراني من مساحة لا تتجاوز 1 كم$^2$ عام 1960 إلى 7.52 كم$^2$ عام 1984 والى 11.6 كم$^2$ عام 2008، إلى زيادة الأسطح الغير نفاذة التي تسارع في إحداث الجريان السطحي. وأظهرت الدراسة من خلال تحليل بيانات الأمطار بأن هناك اتجاه عام لتناقص الأمطار وارتفاع في درجات الحرارة، كما ظهرت المنطقة الشمالية الغربية لمنطقة الدراسة بأنها اقل جزء في منطقة الدراسة تساهم في الإنتاج المائي السطحي حيث بلغت نسبة الجريان بها 6% فقط، وتشكل ما نسبته 20% من مساحة الحوض الغربي، أما الأجزاء الوسطى والجنوبية الغربية من منطقة الدراسة والبالغة 80%، فقد بلغت نسبة الجريان بها 20% من حجم الهطول، كما أظهرت الدراسة بأن نسبة الجريان السطحي من العواصف الحملية بلغت 27% من حجم الهطول . ويتركز الجريان السطحي في مناطق التربة العميقة والمزروعات (الشمالية الغربية) في أشهر كانون الثاني وشباط، بينما يحدث الجريان السطحي في كافة المناطق الأخرى على مدار فصل الشتاء، حيث أظهر تحليل البيانات بأن 80% من الجريان يحدث في شهري كانون ثاني وشباط. وبلغ معدل الإنتاج المائي السطحي السنوي الناتج عن الفيضانات السنوية 16 مليون م$^3$ في الفترة التي سبقت بناء السد، و20 مليون م$^3$ بعد بناء سد الموجب، أما الإنتاج المائي السطحي الدائم في وادي الموجب فبلغ 56 مليون م$^3$ /سنه، كما ان اكبر الفيضانات المسجلة حدثت خلال فترة الدراسة وبلغ معدل الفيضان 1330م$^3$ /ث عام 2006، وتجدر الإشارة إلى أن ارتفاع معدل الفيضان بعد إقامة سد الموجب يعود لدقة البيانات المسجلة بينما الفترة التي سبقت بناء السد كانت البيانات غير دقيقة. لذا تعد منطقة الدراسة بأنها الجزء الأهم الذي يساهم بفعالية كبيرة في كمية الإنتاج المائي السطحي في حوض وادي الموجب .

# Abstract

## Surface Water Yield in the South-Western Parts of Al-Moujib Valley Basin and the Impact of Human Activity on the Water Quality.


**Ahmad Al- Matarneh**

**Mu’tah University**



The study aims to evaluated the effect of natural and human factors and the effect of the characteristic of hydrological characteristics on yield, then estimating the annual. It also examine the impact of the growing human activity on water quality, and the potential pollution sources in the basin of Al-Moujib Valley Dam.

The natural factors showed an increase of surface water production for shallow soils.

The lake of vegetation cover increases surfaces flow. Urban area increased from 7.5 km$^2$ in 1994 to 11.6 km$^2$ in 2008. Several major floods were recorded during the study period.

The Moujib dam was designed to hold 32 million m$^3$ where’s major floods produced 70 million m$^3$ in one event like the flood of April 2006.

There are many potential pollution sources within the Moujib basin. It is feared that these sources would threaten the overall quality of the Moujib water.

# الفصل الأول
# خلفية الدراسة والإطار النظري

## 1.1 المقدمة

تعد المياه العنصر الرئيس للحياة، ولهذا نشأت الحضارات بالقرب من مجـاري الأنهار وينابيع المياه فالماء مهم لحياة الإنـسان وللإنتـاج الزراعـي والـصناعي والسياحي، ويتنامى الطلب على المياه بعلاقة طردية مع نمو السكان لتلبية احتياجات السكان الغذائية والتنموية والخدمية والطاقة والماء موجود بكثـرة، إلا إن توزيعـة المكاني والزماني غير متساوٍ وهذا يسبب مشكلة الكثرة أو الندرة، حيث تعاني بلدان من فقر مائي وأخرى تقذف مياهها العذبة في البحار، كما تعاني بعض البلدان مـن كثرة الأمطار التي تسبب فيضانات عارمة مدمره وأخرى لا يصيبها قطره واحـده. (المحيسن، 2002).

من الواضح إن أزمة المياه في الوطن العربي شـديدة وتنـذر بـالخطر فـي المستقبل القريب والتي يترتب عليها مشاكل أخرى متعلقة باستعمال وإدارة المـوارد المائية والمحافظة عليها، مثل تدهور نوعية المياه وتلوثها، مما أدى إلى اضـطرار بعض الدول إلى استنزاف موارد المياه الجوفية غير المتجـددة كمـا يحـدث فـي السعودية وليبيا والأردن في الوقت الحالي أو ألّلجوء إلى مشاريع مكلفة جدا لتنميـة موارد المياه، مثل السدود وخطوط النقل العملاقة كما فـي ليبيـا ومـشروع ناقـل البحرين الأحمر والميت المقترح ومشروع جر مياه الديسي، هذا بالإضافة إلى سحب المياه الجوفية بمعدلات تفوق معدلات التغذية (السحب الآمن). (خوري، الـدروبي، (1990

وإذا رجعنا إلى المقاييس العالميه بما يعرف بأزمة أو نقص الميـاه water stress عندما يكون نصيب الفرد من (1000-2000 م3 /سنه) ويتحـدثون عـن المجاعة المائية (water famine) عندما يقل نصيب الفـرد عـن 1000 م3/سـنه (Alnasari,2006) نجد بأن معظم الدول العربية باستثناء لبنان والعـراق و سـوريا ومصر تعاني من مجاعة مائية شديدة.

وتصنف الأردن من أفقر الدول العربية بمواردها المائية، حيث تغطي ظـروف الجفاف أراضيها بنسبة 90% (خولي، 1985). وأشار (knerr, 1994) بأن ظروف الجفاف تسود في 92 % من مساحة الأردن، وهذا تؤكده معدلات سقوط الأمطـار حيث أن 1.1% من مساحة الأردن هي التي تدخل ضمن النطـاق شـبه الرطـب بمعدلات سقوط 500-600 ملم/سنه ويتمثل في قمم المرتفعات الشمالية الغربية من الأردن، وأن 91.4 % من مساحة الأردن تقع تحت خط المطر المتساوي 200 ملم/ سنه (بني هاني، 1994).

ويعد الأردن ثالث أفقر دولة في العالم من حيث المصادر المائية فـي الوقـت الراهن، حيث أن معدل المياه المتجددة تبلغ بحدود 800 مليـون م3/ سـنوياً، هـذه الكمية تواجة تقلبات سنوية بسبب تغير كميات الأمطار التي تسقط على شرق البحر المتوسط، حيث أثرت العوامل البشرية والطبيعية مجتمعـة بالوضـع المـائي فـي الأردن. فالزيادة السكانية الكبيرة عملت على زيادة الطلـب للمنتجـات الزراعيـة، وكذلك المؤسسات الصناعية التي تعمل على استنزاف مصادر المياه المحدودة جـداً في الأردن، إن أهم الأسباب التي تعمل على تفاقم مشكلة المياه والعجز المائي فـي الأردن هو معدل النمو السكاني الكبير حيث بلغ النمو الفعلي للسكان خلال نـصف القرن الماضي 3.6%. (Oroud.2007)

وقد تضاعف عدد السكان عدة مرات خلال نصف القـرن الماضـي (دائـرة الإحصاءات العامه 1994 )، حيث قفز عدد السكان من(1.7) مليون نـسمه عـام 1960 إلى (7) مليون / نسمه في الوقت الحالي رافق ذلك زيادة الطلب على المياه حيث تناقصت حصة الفرد من المياه من 1042 م$^3$ /سنه عام 1970 إلـى 563 م$^3$ /سنه عام 1985 و317 م$^3$ / سنه عام 1993 (كشك، 1995) واستمر التراجع فـي نصيب الفرد من المياه إلى 240م3 / سنه عام 2000 و160 م$^3$/ سنة فـي الوقـت الراهن والمتوقـع أن ينخفض نصيب الفـرد إلـى 91 م3 / سـنه عـام 2025. (الحجايا، 2006)

وقد زاد من تفاقم مشكلة المياه في الأردن الهجرات القسرية اثر حـرب 1948 و1967 والحرب العراقية الكويتية وعقب غـزو العـراق واحتلالـه عـام 2003

( الإبراهيم، 2003 )، أما البعد الآخر المؤثر في مشكلة المياه في الأردن هي العوامل الطبيعية والتغير المناخي حيث تختلف الظروف المناخية تبعاً لإختلاف الطبوغرافيا، وينقسم الاردن إلى ثلاثة تراكيب طبوغرافية. الصحراء في الشرق والجنوب ومنخفض وادي الأردن مع معدلات سقوط من 50- 200 ملم،وتشكل 93.8% من مساحتة وسلسلة المرتفعات الجبلية الممتدة من الشمال إلى الجنوب بمعدلات سقوط 200 -600 ملم سنوياً. (حجازين 1998).

تواجه مناطق شرق البحر المتوسط خطر التغير ألمناخي الناتج عن الاحتباس الحراري (غازات الدفيئه)، حيث أظهرت السجلات المناخية طويلة المدى بشكل قاطع بان درجة حرارة الجو قرب سطح الأرض في شرق البحر المتوسط تزيد بثبات خلال نصف القرن الماضي ومن المتوقع إن مناخ شرق البحر المتوسط سيصبح أكثردفئاً و جفافاً في المستقبل القريب بسبب تراكم غازات الدفيئة في الجو، وهناك تقريباً إجماع على إن ارتفاع درجة الحرارة العام سيؤثر على شرق البحر المتوسط، حيث ترتفع درجة الحرارة وتقل معدلات الهطول، وأن درجة الحرارة قرب سطح الأرض ستزيد من 1-3 درجات مئوية في حال مضاعفة غازات الدفيئة في الجو، اما التقديرات لكمية الأمطار وتوزيعها فهي غير دقيقة كما هو الحال بالنسبة لدرجات الحرارة، غير أنه بسبب تزحزح نطاق الجبهة القطبية شتاء، فإن الإحتمال الأكثر قبولاً هو انخفاض كميات الهطول السنوي في شرق المتوسط، بسب الإزاحة لنطاق تكون الجبهات القطبية أثناء فصل الشتاء إلى الشمال، وهذا يعني بأن شرق البحر المتوسط سيواجة عدداً أقل من المنخفضات الجوية والأعاصير، مما يعني أن المطر سينخفض في الشرق المتوسط مع هذا التغير المتوقع للمناخ. (Oroud, 2007)

ومن أجل مواجهة الطلب المتزايد على المياه وتكرار سنوات الجفاف سعت الدولة الى إيجاد حلول لمشكلة المياه في الأردن تمثلت بإقامة السدود المائية على الأحواض النهرية الكبرى. وقد أنشئت مجموعة من السدود في المناطق الشمالية والوسطى من المملكة لحجز مياه الفيضانات من أجل استخدامها للري وكمياه شرب، فقد أقيم سد الملك طلال على نهر الزرقاء وسد العرب على وادي العرب وغيرها

من السدود، وتخزن هذه السدود مياه الفيضانات في فصل الشتاء ليـتم اسـتخدامها لاحقاً لأغراض الري تحديداً. أما نوعية المياه المحتجزة خلف هذه السدود فقد كانت متدنية جداً وثبت بما لايجعل مجالاً للشك أن مياه تلك السدود لاتصلح اطلاقاً للشرب بسبب تلوثها.

ومع ازدياد الأزمة المائية في الأردن شرعت الدولة بإنشاء الحفائر المائية في المناطق الصحراوية والسدود على الأودية الرئيسة في جنوب المملكة حيث انـشيء سد التنور على وادي الحسا وسد الموجب على وادي الموجب.

ويعد وادي الموجب أكبر الأحواض المائية في الأردن بعـد حـوض نهـر اليرموك. والميزة التي يتصف بها وادي الموجب أن جميع أجزاء حـوض التغذيـة موجود في الأراضي الأردنية وبالتالي لايخضع هذا الحوض للعوامـل الـسياسية. وتقدر كميات الفيضان وجريان الأساس في حوض وادي الموجب بحدود 80 مليون م3/سنة. وينفرد حوض التغذية بنوعية مياه جيده، وقد جاءت هذه الدراسـة لتلـق الضوء على الجزء الجنوبي الغربي من حوض الموجـب وتحديـداً فـي المنطقـة الجنوبية الغربية للحوض. وسيتم في هذه الرسالة تقدير أولي للإنتاج المائي في هذا الجزء والمخاطر التي تهدد هذه المياه وكيفية حمايتها حتى لا يصبح سـد الموجـب تكراراً لما حدث في السدود الأخرى في الأردن.

## 2.1 مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة الدراسة فيما يلي:

1- التزايد السكاني المستمر الناتج عن النمو السكاني والهجـرات القـسرية التـي تعرض لها الأردن، ما أدى الى زيادة الطلب على الميـاه لتلبيـة الإحتياجـات المنزلية.
2- الزيادة في مساحة الزراعة المروية، التي نمت من 15الف هكتـار فـي أوائـل الستينيات الى 37 ألف هكتار عام 2003م، وفي البادية نمت من لاشـيء فـي السبعينيات الى 17 ألف هكتار عام 2003م.(Oroud, 2007).

3- ارتفاع المستوى الإجتماعي والإقتصادي للسكان الذي أدى الى زيادة الإستهلاك المائي للأغراض المنزلية والصناعية والسياحية.
4- التغير المناخي الحالي والمتوقع لمنطقة شرق البحر المتوسط الذي سوف يـؤدي الى انخفاض كميات الأمطار وارتفاع درجات الحرارة، وإذا حدث ذلك فيكـون هناك انخفاض شديد في كمية المياه المتجددة وغير الكافية أصلاً، وأيضا سيؤدي ارتفاع درجات الحرارة الى زيادة كمية التبخر المرتفعة حالياً، وهـذا يعنـي أن الوضع المائي في الأردن لا يسر وينذر بمستقبل كئيب.

لذا فأنه في ظل ما سبق من مؤشرات على خطورة المستقبل المائي في الأردن يتطلب ذلك أجراء دراسات علميه دقيقه ومتخصصة للوقوف على ما هو متاح من الموارد المائية وحمايتها من التلوث والاستغلال الأمثل لها.

وقد تم اختيار منطقة الدراسة لعدة معطيات أهمها:

1- إن منطقة الدراسة يغطيها عدد وفير من المحطات المناخيـة لقيـاس الأمطـار وموزعة بشكل جيد في منطقة الدراسة، مما يعطي معلومـات دقيقـة لحجـم الأمطار.
2- تمثل منطقة الدراسة الجزء الهام من التغذية السطحية لسد الموجب، حيـث أن معظم الفيضانات في وادي الموجب تأتي من المناطق الجنوبية الغربية والتـي تزيد أمطارها عن 200ملم/سنه تقريباً، وعلية فأنه من خلال هذه المنطقة يمكن تعميم النتائج على الأودية الجانبية الواقعة على حدود تقسيم المياه الغربي مـع منطقة الدراسة، وهي وادي بن حمـاد، وادي الكـرك، وادي عـسال، وادي النميرة، وبالتالي يمكن تقيم الإنتاج المائي السطحي لهذه الأوديه.

## 3.1 أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق الأمور التالية:

1. تحليل البيانات المائية المسجلة في محطات الأمطار في منطقـة الدراسـة للوصول إلى كميات الأمطار الهاطلة وتحديد الفيضانات الكبرى في منطقة الدراسة.

2. دراسة أثر استعمالات الأراضي المختلفة على الإنتاج المائي السطحي.
3. دراسة تأثير النشاط البشري المتنامي على نوعية المياه في منطقة الدراسة
4. تحديد أثر شدة المطر على الإنتاج المائي السطحي.
5. دراسة أثر التربة والغطاء النباتي على الإنتاج المائي السطحي.
6. تحديد أثر الطبوغرافيا على كمية الإنتاج المائي السطحي.
7. تقدير كمية الإنتاج المائي السطحي السنوي في منطقة الدراسة.

## 4.1 أهمية الدراسة

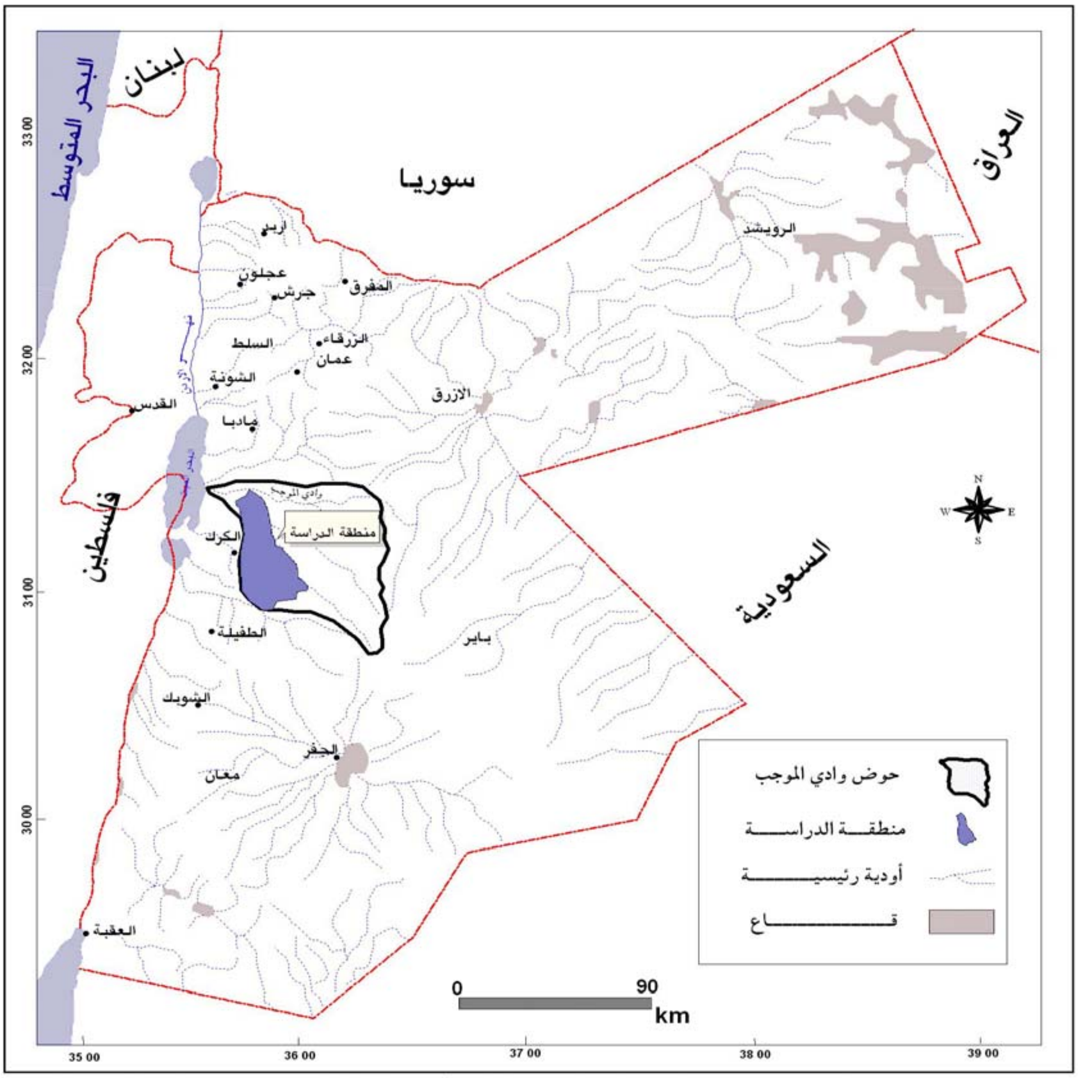
إن أهمية دراسة الإنتاج المائي السطحي للجزء الغربي من حوض وادي الموجب تأتي من عدة أبعاد:

1. إن مياه حوض الموجب صالحة لكافة الإستخدامات البشرية ولم يلحق بها التلوث بعد كما حدث لنهر الزرقاء لوجود كثافة سكانية منخفضة في الحوض.
2. قرب منطقة الدراسة من التجمعات السكانية في الكرك وعمان ونقل المياه لهذه التجمعات.
3. وجود مصب وادي الموجب في أكبر تجمع صناعي وزراعي وسياحي في الأردن والإحتياجات المائية التي يوفرها لهذه التجمعات متمثلة بمصانع شركة البوتاس والبرومين وأملاح البحر الميت على الجزء الجنوبي، ومنتجع البحر الميت على رأس البحر الميت الشمالي بالإضافه إلى المساحات الزراعية الكبيرة في المزرعة والحديثة وعسال والصافي التي يمكن تزويدها من مياه وادي الموجب بالإضافه إلى الأغوار الوسطى.
4. محدودية مصادرالمياه في الأردن، جعلت وادي الموجب من المصادر التي تساهم بفعالية في توفير جزء من الإحتياجات المائية. لذا فأن دراسة الإنتاج المائي في الأحواض المائية في الأردن أصبحت ضرورة ملحة للعجز المائي الذي يعاني منه الأردن في الوقت الحالي والمتوقع في المستقبل القريب.وبالتالي يفيد في أغراض إدارة المصادر المائية.

**5.1 منطقة الدراسة**

تقع منطقة الدراسة المتمثلة في الجزء الجنوبي الغربي مـن حـوض وادي الموجب الذي يمتد في وسط وجنوب الأردن و تقدر مساحته بحـوالي 4570 كـم2 ويبلغ طول مجراه من أقصى منابعه في الشرق إلى المصب في البحر الميـت 140 كم ويحيط به مجموعة من الأحواض المائية حيث يحده من الشرق حـوض الأزرق وحوض السرحان ومن الشمال حوض الواله ومن الجنوب حوض الجفـر والحـسا ومن الغرب حوض بن حماد وحوض وادي الكرك (المومني 1997، أبو سـمور 1998). ويمتد الحوض فلكياً بين دائرتي عـرض 24َ 30ْ و 38َ 31ْ شـمالاً، وبين خطي طول 20َ 35ْ و 40َ 36ْ شرقاً.

ويمثل منطقة الدراسة الأجزاء الجنوبية الغربية من حوض وادي الموجـب أي من خط تقسيم المياه مع حوض وادي بن حماد ووادي الكرك غربـاً، والإتجـاه شرقاً حتى خط المطر المتساوي 200ملم تقريباً خريطة رقـم(1)، وتقـع منطقـة الدراسة بين دائرتي عرض (2َ – 31ْ و 26َ – 31ْ ) شمالاً و خطـي طـول (42َ – 35ْ و 56َ – 35ْ) شرقاً وتضم منطقة الدراسة أكبر التجمعات السكانية في حوض وادي الموجب.




الشكل ( 1 ) موقع منطقة الدراسة

المصدر: المركز الجغرافي الملكي الأردني 2002، الخارطة الطبوغرافية مقياس 1:1250000

## 6.1 الإطار النظري للدراسة

منذ بداية النهضة التكنولوجية والطبية في العالم الذي أدت إلى ارتفاع متوسط العمر وانخفاض الوفيات وتحسن مطرد لمستوى المعيشة والذي نتج عنة نمو سكاني هائل أدى إلى زيادة الطلب على المياه ولأن النمو السكاني زاد بشكل كبير في كـل العالم إلا أن توزيع الماء غير المتساوي خلق مشاكل مائية في معظم مناطق العـالم وخاصة المناطق الجافة وشبة الجاف والتي ينتمي إليهـا معظـم منـاطق الـوطن العربي(المحيسن،2002).

لزيادة الطلب على المياه والضغط على الموارد المتاحة، أخذت الدول بإجراء الدراسات لاستغلال مصادرها المائية وظهر مفهوم الإنتاج المائي الذي أصبح ثروة قد تكون أعظم قيمة من الطاقة في المستقبل والتي تشن الحروب من أجلها.

إن الإنتاج المائي أصبح محور الدراسات الهيدرولوجية من أجـل تقـدير كميات المياه التي يمكن استغلالها وكيفية زيادة الإنتاج المائي، وخلال هذه الدراسات ظهرت مصطلحات جديدة للماء، أي ما يعرف بالماء الأخضر والماء الأزرق.

ومن هنا تظهر عدة تسأولات. فما هو الإنتاج المـائي والمـاء الأخـضر والماء الأزرق ؟

وما الطرق التي تؤدي إلى زيادة الإنتاج المائي وأيهما نفضل الماء الأخضر أم الماء الأزرق ؟

**الإنتاج المائي (water yield )**: هو كمية المياه الزرقاء(المياه الجوفيـة المتجـددة والجريان السطحي) بالنسبة الى الامطار الكلية الهاطلة على مساحة الحوض النهري.

**الإنتاج المائي السطحي (surface water yield)**: هو كمية المياه الزرقاء(الجريـان السطحي، جريان الاساس، الينابيع ) التي يمكن استغلالها وتطويرها فـي الحـوض النهري. فعندما تهطل الأمطار بفعل المنخفضات الجوية والعواصف الرعديـة فـإن المطر الهاطل يعمل على ترطيب التربه وآخر يعلق على أوراق الأشجار و سـيقانها (الفاقد البيني Interception) وجزء آخر يعود إلى الجو بعمليـة التبخر– النتح، وهذه الكميـة المفقودة كبيرة جداً، وخاصـة في الأراضـي الجافـة وشـبة الجافـة (درادكه، 2000).

**الإنتاج المائي السطحي surface water yield**

يظهر إنتاج الماء الأزرق السطحي (الجريان السطحي) في شكلين هما:

**أ- الفيضانات**: ويعتمد على مجموعة من العوامل:

1- **شدة المطر وديمومته Rainfall intensity and duration**: أي أنة إذا لم يكن المطر شديد وفترته طويلة لا يحدث جريان سطحي وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة وذلك يعود لجفاف التربة.

2- **نسيج التربة Soil texture**: ففي التربة الرملية الخشنة ينعدم الجريان السطحي حتى في العواصف الشديدة لذلك فإن نوع التربة وطبقه التربة يؤثران بشكل فعال في الجريان السطحي ففي الأولى يتناسب الجريان السطحي عكسياً مع مسامية التربة، أما عمق التربة فإنة يؤدي إلى خزن المياه داخلها فتزداد رطوبتها ويلازم هذا النوع من التربة غطاء نباتي جيد نسبياً مقارنة بالتربة الرقيقة (الجبوري،1988).

3- **التضاريس Topography**: تؤثر طبوغرافية الأرض على طبيعة الجريان السطحي من حيث سرعة وصول قمة الفيضان فكلما استوى السطح تكون سرعة الجريان بطيئه وبالتالي زيادة في احتمالات التسرب والتبخر، في حين يحدث العكس في المناطق المنحدرة والشديدة الإنحدار، حيث يزيد الجريان السطحي ويقل التسرب و التبخر (درا دكه،2000)

4- **شكل الحوض Basin shape**: لشكل الحوض تأثير كبير على تصريف المياه وسرعة وصولها إلى المصب فالشكل الدائري يعبر عن حدوث فيضانات قوية لأن المياه تصل إلى المصب في نفس الوقت وفترته الزمنية قصيرة بعكس الشكل المستطيل الذي تصل مياهه إلى المصب متتابعة مما يقلل من حدة الفيضان مع فتره زمنية طويلة، وكذلك هناك الشكل المثلث الذي له حالتان: الحالة الأولى إذا كان المصب يمثل رأس المثلث ففي هذه الحالة ينطبق عليه وضع الشكل المستطيل، الحالة الثانية: إذا كان المصب يمثل قاعدة المثلث فإن تأثير العاصفة المطرية على ذروة الفيضان تكون كبيرة وقصيرة (المومني، 1997)

5- **كثافة التصريف**Discharge density: وترتبط بالظروف المناخيـة وخاصـة الأمطار ونوع الصخر، حيث تزداد الكثافة العددية للتصريف فـي المنـاطق ذات الأمطار الغزيرة وتقل الكثافة العددية للتصريف في المناطق ذات الأمطار القليلة وتزداد في هذه المناطق الكثافة الطولية أي طول المجاري المائية.

6- **استعمالات الأرض** land use: يؤثر اسـتخدام الارض بـشكل فعـال علـى الجريان السطحي فالمدن مثلاً أوجدت مساحات كبيـرة تـؤدي إلـى زيـادة الجريان مثل مساحات أسطح البناء، تعبيد الشوارع تؤدي إلى زيادة وسـرعة الجريان السطحي.

7- **الغطاء النباتي**vegetation cover : يتناسب حجم الجريان تناسباً عكـسياً مـع كثافة الغطاء النباتي تحت ظروف معينة. ففي مناطق الأشجار ذات الجـذور العميقةلاتعمل فقط على زيادة حجم التسرب وانما تعمل ايـضاً علـى سـحب الطبقة المائية من أعماق التربة،باالإضافة الى الفاقد البيني الذي يتناسب طردياً مع الكثافة الشجرية.

**ب - الينابيع** sprin : وهي المياه التي تتسرب من الخزانات (الأحواض) المائيـة المتجددة عبر الشقوق وتظهر على السطح كمياه جارية وتزداد غزارتها بعد موسـم الأمطار لامتلاء الخزانات المائية الأرضيه وتقل في فصل الجفاف لزيادة السحب من الأحواض المائية.

**الماء الأخضر**green water :

وهي كمية المياه التي تستغل في النمو النباتي حيث يحتاج النبـات والأشـجار إلى كميه من المياه التي تدخل في عملية التمثيل الضوئي الذي يحتاجها النبات في السيقان والأغصان والأوراق.

وحظى الجريان السطحي باهتمام كبير لأنه المصدر الوحيد الذي نـستطيع أن نتحكم به، فيتم بناء السدود لاحتجازه واستخدامه في الأغـراض المختلفـة لتلبيـة الإحتياجات البشرية، كذلك نستطيع أن نزيد كمية الجريان من العواصف المطرية، عن طريق إزالة أجزاء من الغطاء النباتي.

## 7.1 الدراسات السابقة

لقد أخذت الدراسات بموضوع المياه في الأردن اهتمامـاً كبيـراً مـن قبـل المتخصصين والباحثين لما يشكلة هذا الموضوع من أهمية بالغة ومـشكلة كبيـرة تواجة الأردن في الوقت الحالي والمستقبل ومن الدراسات ذات العلاقة بحوض وادي الموجب ما يلي:

**الدراسات العربية**

تناول عدد من الباحثين منطقة الدراسة من عدة جوانب شكلت مصادر هامة للبحث، واسهمت هذه المصادرفي فهم الانتاج المائي السطحي لمنطقة الدراسة.

فقد ناقش (سلامة، 1985)، اختلاف التصريف المائي في الأودية الصحراوية في الأردن، وقارن بين التصريف وخصائص تلك الأوديـة. وارتباطهـا بهطـول الامطار، وتناولت الدراسة مجموعة من الأحواض المائية شـملت وادي الموجـب، وادي اليابس، وادي العرب، وادي شعيب،.....الخ. وتم تحديد المجاميع التـصريفية لفترات زمنية مختلفة، كما حسبت لها المتوسطات الحسابية والإنحرافات المعياريـة ومعاملات الإنحراف وفترات الرجوع والتكرار، وأظهرت الدراسة بأن هناك تباين في كمية التصريف المائي في الأودية المدروسة من حيث المكان والزمان، وأن قمة التصريف في معظم الأودية تحدث في شهر كانون ثاني.

دراسة (Emad,1985)، وناقشت إمكانية البحث عن المواقع المقترحه لإنـشاء مجموعة من السدود، وإمكانية نقل مياه الموجب إلى عمان.

دراسة (الرشدان،1988)، وقام بتحليل الوضـع المـائي فـي حـوض وادي الموجب والإمكانيات المائية المتاحة.

ودرس (الزيود،1993)، موارد المياه السطحية فـي حـوض وادي كفرنجـة، وتوصل من خلال هذه الدراسة إلى معدل كمية الأمطار السنوية والتي بلغـت 56م م3، وحساب معامل الفيضان للسنوات الجافة والسنوات الرطبة 0.76 %، 7.3% على التوالي، وهدفت الدراسة الى تقييم موارد المياه المتوفرة في الحوض لتلبيـة الإحتياجات المائية في المستقبل.

دراسة (ابوسمور، غانم، 1994)، وقارن فيها الفيضانات لثلاثة أنهار في الأردن وهي الزرقاء واليرموك والموجب من حيث الأسباب والخصائص و التكرار وفترات الرجوع.

دراسة (العنانزه، 1996)، وقد درس فيها الموازنة المائية لحوض وادي الكرك، وبينت الدراسة وجود فصلين مائيين في حوض وادي الكرك احدهما يحقق فائضاً مائياً، والآخر عجزاً مائياً.

دراسة (أبو سمور، 1997)، التصريف المائي لنهر االزرقاء، ودرس فيها التصريف الأساس وكميات التصريف اليومي والشهري والفصلي وسنوات الرطوبة والجفاف، وبينت الدراسة بأن التصريف الأساس يمتد أربعة شهور من حزيران وحتى تشرين الاول، ويبلغ معدل التصريف خلال هذه الفترة 1.07م3 /ث، وبأن معدل التصريف اليومي السنوي يزيد على معدل التصريف الأساسي السنوي، ومعدل التصريف الشهري يبلغ ذروته في شهر آذار ويبلغ 3.78م3/ث، واكثر الفصول تصريفاً فصل الشتاء، وأكثر السنوات رطوبة خلال فترة الدراسة بمعدل تصريف 4.5 م3/ث في السنة المائية 1980/1979، وأدنى تصريف في السنة المائية 1979/1978 بمعدل مقداره 0.46 م3/ث.

دراسة(المومني، 1997).، وقد استخدم تقنيات الاستشعار عن بعد لتقديرالامكانيات المائية السطحية والجوفية في وادي الموجب الرئيسي.

دراسة (أبو سمور، 1998)، وقد ناقش فيها التصريف المائي لوادي الموجب والتصريف المائي اليومي وتصريف الأساس والفيضان للفترة الممتدة من 1964م إلى 1992، وبينت الدراسة التذبذب الكبير في كميات التصريف من شهر الى آخر ومن سنه الى أخرى.

دراسة(العنانزه، 1999)، وتناول فيها استهلاك المياه في محافظة الكرك، وكمية المياه المنتجة للأغراض البشرية، والعجز المائي المتوقع عام 2025م، وبينت الدراسة أنه إذا تم تطوير الكميات المنتجة من الموارد المائية السطحية والجوفية سيكون هناك فائض مائي عن احتياجات المحافظة.

**الدراسات الأجنبية:**

وهناك العديد من الدراسات الأجنبية عن هيدرولوجيـة الأحـواض المائيـة، وبعض الدراسات الأجنبية عن المصادر المائية في الأردن وبعـضها لهـا علاقـة بحوض وادي الموجب وأهمها:

ودرس (Mather,1986)، بأن استبدال الغطاء النباتي الطبيعي بالزراعة يؤدي الى زيادة سرعة الجريان وإنتاج الرواسب، وأجرى دراسته فـي وسـط أتلانتـك، وأظهرت الدراسه بأن أقل نسبة جريان وإنتاج للرواسب يحدث في مناطق الغابـات وأكبرها يحدث في مناطق المراعي والمناطق الزراعية.

دراسة (JICA,1987 )، وناقشت مصادر المياه في حوض وادي الموجب مـن عام 1963م إلى عام 1985م واقترحت بناء عدد من السدود فـي حـوض وادي الموجب، وأجرت مسح للتربة وتناولت امكانية نقل مياه الموجب إلى عمان.

دراسة هيلن و سلامة، حيث قامت بدراسة المصادر المائية في الأردن وقسمت المصادر السطحية إلى مجموعه من الأحواض ودرست نوعيـة الميـاه وكمياتهـا واستهلاكها وخصائـصها ومـشكلات المـصادر المائيـة فـي الأردن (Helen, salameh,1993 ).

دراسة (Marvin)، وناقشت فيها التغيرات المحتملة في الإنتاج المائي وفترات الذروة للجريان، حيث قامت بتقدير التغير في حجم الجريـان الـسطحي الـسنوي بإجراء التغيرات على مساحات الغطاء الحرجي في صحراء سيرا نيفـادا وتبـين الدراسة أن الجريان يتناسب عكسياً مع كثافة الغطاء الحرجي.

دراسة (Yair and Lavee,1990 )، ودرسا فيها أثر جفاف التربة على الجريان السطحي في الأراضي الجافة وشبة الجافة بموقع للتجارب فـي صـحراء النقـب، وقاموا بالمقارنة بين سفحين احدهما منحدر باتجاه الجنوب والآخر باتجـاه الـشمال ومدى تطور التربة على كلا المنحدرين، كما قارنا سرعة حدوث الفيـضان علـى منحدرين احداهما متشقق والصخر متكشف والثاني مغطى بتربـه طينيـة. وبينـت الدراسة تطور التربة على السفح الشمالي المواجه للأمطار أكثر من السفح الجنوبي

غير المواجه للأمطار، كما بينت الدراسة أن حدوث الفيضان أسرع على المنحدر ذو الصخر المتكشف.

كما أنهم قارنوا بين العواصف الحمليه والجبهات المطرية من حيث المدة الزمنية، وكثافة الهطول، والمساحة التي تغطيها العاصفة، وأثر العاصفة على الجريان السطحي.وبينت الدراسة أن هناك اختلافات كبيرة بين الجزء الأعلى والجزء الأسفل من المنحدر في كمية الأمطار، حيث أُعزي السبب الى سرعة الرياح في اعلى المنحدر التي تقوم بابعاد قطرات المطر نحو اسفل المنحدر، وتوصلوا الى هذه النتيجة بعد وضع عدد كثيف من محطات قياس الأمطار على أعلى وأسفل المنحدر، حيث كانت مدة المطر على المنطقة متساوية، ولكن الاختلاف كان في كميات المطر وكثافته.

وناقش(Ram,2002)، أثر الغطاء النباتي على الجريان السطحي، وقد أجرى دراسته في حوض Kailana في الهند، وتوصل إلى أن المناطق الفقيرة بالغطاء النباتي هي أعلى المناطق في الانتاج المائي السطحي.

وقد درس (Gordan, Huxman, 2007) ، تحت عنوان دراسة الموارد المائية البئيية والتغير المناخي، وقد ناقش في جزء منها كيفية السيطرة على الجريان السطحي، واثرة على بيئة الحوض النهري وأثر التغير المناخي على البيئة والجريان السطحي.

ودرس (Horn, Richard,2007 )، التفاعل بين الغطاء النباتي والجريان السطحي وكيفية إعادة تنظيم بيئات الفيضان، وناقش خلال هذه الدراسة القواعد الحيوية التي تربط الجريان السطحي بالغطاء النباتي، وأثر الغطاء النباتي الكثيف على الجريان السطحي، كما وضع معاملات لدرجة إعاقة النباتات للجريان السطحي، واقترح بعض الوسائل البديلة للغطاء النباتي الكثيف في مواجهة الجريان السطحي في المناطق المنحدرة.

## 8.1 منهجية الدراسه

تنوعت مصادر المعلومات التي إعتمدتها الدراسه، ولتحقيق أهدافها تم إخضاع البحث إلى مراحل متتاليه وهي:

**المرحله الـتأسيسيه:**

وتضمنت هذه المرحله جمع البيانات الأساسيه من مصادرها المختلفه كما يلي:

1- تحديد منطقة الدراسه إعتماداًعلى الخرائط الطبوغرافيه، حيث تم تحديد منطقة الدراسه من الجهه الغربيه إعتماداًعلى خطوط تقسيم المياه مع أوديـة الكـرك ووادي إبن حماد، ومن الجهه الجنوبيه مع خطوط تقسيم المياه مع وادي الحسا، ومن الجهه الشماليه المجرى الرئيسي لوادي الموجب (سد الموجـب )، ومـن الجهه الشرقيه خط المطر المتساوي 200 ملم تقريباً.

2- الحصول على بيانات الأمطار اليوميه لمحطات قياس الأمطار وهي (محطـة حمود، القصر، الربه، الجديده، الكـرك، المـزار). لفتـرة 37 سـنه مائيـه 1971/1972-2006/2007.

3- تحضير الخرائط الطبوغرافيه والجيولوجيه والمصورات الفضائيه التي تغطـي منطقة الدراسه وشملت الخرائط التاليه:

أ- الخرائط الطبوغرافيه: شكل (مادبا، الكـرك، سـواقه، القطرانـه، أدر، الطفيله) بمقياس1،50000عام 1993

ب- الخرائط الجيولوجيه (شكل الموجب، أدر، الحسا، الطفيلـه، الكـرك، الربه) بمقياس رسم 1:50000 لسنوات مختلفه (1984-2002)

ج- المصورات الفضائيه وتم الحصول عليها من برنامج Google Earth Pro

4- المسح الميداني: وشمل المسح الميداني الجوانب التاليه:

أ- التصوير الفوتوغرافي للغطاء النباتي الطبيعي والمزروعـات البعليـه والمزروعات المرويه ومصادر التلوث.

ب- تحديد مواقع بؤر التلوث في حوض الموجب بواسطة إستخدام جهـاز التوقيع العالمي (GPS)

ج- تقسيم منطقة الدراسه إلى أربعة مقاطع (غرب، شـرق) وأخـذعينات لعمق التربه بواقع 4 عينات لكل مقطع،كما تم أخذ عينات لقمم الـتلال والسفوح وأسفل التلال.

د – قياس الفيضان على اودية رئيسة ضمن حوض الموجب.

5- الحصول على إختبارات نوعية المياه لسد وادي الموجب وأخذ عينات مـستقله لفحصها.

**مرحلة الترقيم والتفسير**

أستخدمت برمجيات نظـم المعلومـات الجغرافيـه ArcGIS V.9.1 لتحويـل الخرائط الورقيه الخاصه بمنطقة الدراسه ألى خرائط رقميه. حيث استخدمت هـذه الخرائط كأساس لتوقيع المظاهر الطبيعيه والبشريه، والتي شملت خطوط الكنتـور والأوديه واستخدامات الأرض والمناطق السكنيه وغيرها.

ولتحقيق ذلك تم القيام بما يلي:

1- الحصول على خرائط طبوغرافيه مقياس رسم 1:50000 ومرئيـة فـضائيه لمنطقة الدراسه من برنامج Google Earth Pro. لاستخدامها كأسـاس فـي تحويل الظواهر إلى بيانات رقميه حديثه. وتحويلهـا إلـى خـرائط خطيـه باستخدام برنامج ArcGISV.9.1

2- إجراء عملية تحويل للأحداثيات المحليه للخريطه الرقميـه المستخلـصه مـن المرئيه الفضائيه والخرائط الطبوغرافيه إلى إحداثيات عالميه حقيقيه تـستند إلى خطوط الطول ودوائر العرض. وهي العمليه المسماه (Registration) في نظم المعلومات الجغرافيه. وذلك من خـلال الإسـتعانه بـصوره فـضائيه مصححه لمنطقة الدراسه. حيث استخدمت تلك الصوره المصححه في تحديد النقاط المرجعيه (Tics) اللازمه لتحويل الإحداثيات المحليه إلى عالميه. ثـم أجريت عملية تحويل الإحداثيات العالميه إلى المسقط الجغرافـي المناسـب، حيث تم إستخدام إحـداثيات نظـام الإسـقاط ( UTM Zone(37 )، وذلـك باستخدام برنامج تحليل المرئيات الفضائيه Envi4.2.

3- الحصول على ملفات الشكل ( Shape files) للظواهر الرئيـسه فـي منطقـة الدراسه مثل الطرق، المناطق السكنيه، المظاهر الطبيعيه، وتوقيعهـا علـى خريطة منطقة الدراسه. وإجراء المعالجه اللازمه لهـذه الأشـكال وتـرقيم الأجزاء الناقصه منها بالإستعانه بالمرئيه الفضائيه.

4- الحصول على الأماكن الحقيقيه لمواقع التلوث البيئي، وقد تم تحديد الإحداثيات الحقيقيه لهذه المواقع من خلال المسح الميداني وباسـتخدام جهـاز التوقيـع العالمي(GPS) الذي أمكن من خلاله رصد إحداثيات هذه المواقع، ونقلها إلى برنامج نظام المعلومات الجغرافي ArcGIS.

5- استخدام برنامج ArcGIS لرسم وإنتاج الخرائط والأشكال الخاصـه بالدراسـه وتخزين الخرائط على شكل طبقات جغرافيه، لسهولة التعامل معها وعرضها وتحليلها.

**مرحلة تحليل البيانات ومعالجتها**

تم إخضاع جميع البيانات التي تم الحصول عليهـا من الخـرائط الطبوغرافيـه والجيولوجيه والمصورات الفضائيه والمسح الميداني والبيانـات الخـام للأمطـار والحراره والتبخر...الخ، للتحليل لفهم العوامل المؤثره في الإنتاج المائي الـسطحي ونوعية المياه.

وقد تم إستخدام المناهج التاليه للمساعده في تحليل البيانات:

**1- المنهج الوصفي:**

وهوالمنهج الذي يقوم على وصف خصائص ظاهرة معينـه وجمـع البيانـات والحقائق عنها، كنوع الصخر، الشبكه المائيه، الأحواض المائيه...الخ.

**2- المنهج التحليلي المكاني:**

وهوالمنهج الذي يختص في تحليل الإختلافات المكانيه وإظهارهـا ويتميـز باستخدامه للخرائط، حيث استخدم في مرحلة تحليل الخـرائط وتوزيـع الظـواهر الجغرافيه قيد الدراسه.

**3- المنهج الكمي:**

وهو أن نصف ونحال الظاهره عند دراستها، باستخدام الأساليب الإحـصائيه وتم إستخدامه في معالجة البيانات الطبوغرافيه التي تم الحصول عليها من الخرائط فـي دراسـة الأحـواض المائيـة كالتـضرس، الكثافـه التـصريفيه، معامـل الإنعطاف...الخ.

**الخرائط المنتجه**

**1- خارطة الأحواض المائيه:**

وتم تحديد أربعة أحواض رئيسيه في الحوض الجنوبي الغربي لوادي الموجب، بناء على حدود تقسيم المياه لهذه الأحواض.

**2- خارطة الشبكه المائيه:**

وقد تم ترقيم الشبكه المائيه الرئيسيه للحـوض الجنـوبي الغربـي لـوادي الموجب، ثم تم ترقيم الشبكه المائيه بتفصيل أكثر للأحواض الفرعيه التي حـسبت لها الكثافه التصريفيه.

**3- خارطه كنتوريه:**

وتم الحصول عليها بعد عملية الترقيم للخرائط الطبوغرافيه.

**4- خارطه جيولوجيه:**

وتم ذلك من خلال ترقيم الخرائط الجيولوجيـه للتعـرف علـى الوحـدات الصخريه.

**5- خارطة التمثيل المساحي للمحطات المناخيه:**

وقد تم إنتاجها بطريقه مضلعات ثيسين Thiessen Polygon method بعـد إيقاع المحطات المناخيه فلكياً على الخارطه.

**6- خارطة بؤر التلوث في حوض وادي الموجب:**

وتم الحصول عليها بعد تحديد مواقع بؤر التلوث بواسـطة جهـاز التوقيـع العالمي GPS.

**7- خارطة قطاعات التربه:**

وتم الحصول عليها بعد عملية الترقيم للمصورات الفضائيه والخرائط الطبوغرافيه.

**8- خارطة المناطق السكنية في حوض وادي الموجب الغربي.**

**9- خارطة إستخدامات الأراضي.**

**10- خارطة خطوط المطر المتساوي.**

## الفصل الثاني

## العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة في الإنتاج المائي السطحي للحوض الغربي لوادي الموجب.

إن العوامل الطبيعية والبشرية لها تأثير كبير ومباشر علـى الإنتـاج المـائي السطحي في منطقة الدراسة حيث يتأثر حجم الجريان وخصائص تصريفه الذي يعد إنعكاس ونتاج لهذه العوامل.وتتمثل هذه العوامل في:

1- **المناخ Climate**
2- **البناء الجيولوجي Structure**
3- **التضاريس Topography**
4- **التربة soil**
5- **الغطاء النباتي Vegetation**
6- **إستخدام الأرض Land use**

### 1.2 المناخ Climate

تعد العناصر المناخية ذات التأثير الأهم على الإنتاج المـائي الـسطحي فـي منطقه الدراسة، فالهطول بأنواعه المختلفة يعد المحول الرئيسي للأنهـار ومحـرك لعناصر الدورة الهيدرولوجية الأخرى، كما أن لدرجة الحرارة تأثير مؤكـد علـى فعالية الأمطار حيث أن إرتفاعها يودي إلى الزيادة في كميات التبخر، مما يودي إلى ضياع كميات كبيره من المياه الهاطله قبل وصولها إلى مجرى الأوديـة والأنهـار. (جبوري، 1988)

#### الأمطار Rainfall

يبدأ تساقط الأمطار في منطقه الدراسة في أواخر تـشرين أول، حيـث يبـدأ وصول المنخفضات الجوية القادمة من البحر المتوسط والتي تسبب تساقط الأمطـار على منطقه الدراسة ويزداد عدد وقوة هذه المنخفضات في الأشهر الأربعة التالية وتبلـغ ذروة الأمطار خلال شهري كانون ثاني وشباط بمتوسط 73.4 ملم لشهر كـانون الثـاني لجميع المحطات ومتوسط 64 ملم لشهر شباط.(شحادة، 1990)

وتتصف أمطار منطقه الدراسة بالتذبذب الشديد من سنه إلى أخرى ومن شهر إلى شهر وارتبط هذا التذبذب بخصائص المنخفضات الجوية وحالات عدم الإستقرار الجوي في فصل الربيع والخريف،كما أدى الموقع الفلكي وعامل التضاريس دوراً في إبراز التباينات في معدلات الأمطار، وتقع منطقه الدراسة بين درجتي عرض (2ً – 31° وَ26 – 31° ) شمالاً وتفاوتت مناسيبها بين 200- 1200م فوق سطح البحر.

ويظهر التذبذب في كميات الأمطار السنوية بوضوح في معظم محطات الأمطار في منطقه الدراسة جدول (1) حيث بلغ مجموع الأمطار السنوية في محطة الجديده 319ملم عام 1975م في حين بلغ 162 ملم عام 1977، وفي محطة الكرك والربه 509 ملم، 537 ملم عام 1973 على التوالي، وبلغ عام 1999م لمحطتي الكرك والربة 159 ملم، 147 ملم. ويزداد التذبذب وضوحاً في كميات الأمطار الشهرية للمحطات المدروسة، فقد بلغت كميات الأمطار في شهر كانون أول 144 ملم عام 2002 وفي نفس الشهر من العام 2005م بلغت 32 ملم، أما التذبذب اليومي فيظهر بشكل كبير، فقد بلغ التساقط 245 ملم بمحطة الكرك في يومي 22- 23 /1991/3، أي ما يعادل ما سقط على نفس المحطة طوال عام 2004م.

ولكن لايظهر التباين المكاني لتوزيع الأمطار في منطقه الدراسة، حيث تميل محطات الربه والكرك والمزار إلى التقارب في كمية سقوط شكل(2) وجدول(2)، ويزداد التباين المكاني لتوزيع الأمطار بالإتجاه شرقاً ونلاحظ ذلك من خلال محطة أمطار الجديده، ويعزى هذا التباين لفقدان الجبهات الممطرة حمولتها على المرتفعات الجبلية وكلما تعمقت شرقاً مالت إلى الإستقرار، مما يقلل إحتمالية سقوط الأمطار (شحاده، 1990).

وعلى الرغم من أن الإتجاه العام للأمطار، في الأردن يتناقص من الشمال إلى الجنوب إلا أنه لايظهر في منطقه الدراسة، والسبب في ذلك يعود إلى عامل الإرتفاع، حيث تقع المزار على منسوب 1285م فوق سطح البحر والربه على منسوب 920م.

وبشكل عام فان منطقة الدراسة تشهد تذبذباً في معدلات الأمطار من سنه إلى أخرى وعدم إنتظام منحنيات توزيع المطر.

**جدول (1)**

**معدلات الأمطارالسنوية للمحطات المختارة للفترة 1971-1972 /2007-2008**

| | Hemud | Qasr | Mazar | Judayda | Karak | Rabbeh* | Aver |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1971-1972 | 379.2 | 463 | 421 | 231.5 | 605.5 | 467 | 427.8 |
| 1972-1973 | 181.2 | 214.1 | 141.5 | 120 | 187.1 | 213.4 | 176.2 |
| 1973-1974 | 488.9 | 426.8 | 318.6 | 66 | 509.3 | 537.6 | 391.2 |
| 1974-1975 | 305.7 | 310.8 | 307.2 | 319.9 | 363.9 | 314.2 | 320.2 |
| 1975-1976 | 140.8 | 255.6 | 161.8 | 147.7 | 202.6 | 256.1 | 194.1 |
| 1976-1977 | 196.7 | 275.7 | 215.6 | 162 | 255.5 | 287.4 | 205.1 |
| 1977-1978 | 241.1 | 258.7 | 188.8 | 188.4 | 302 | 258.7 | 239.6 |
| 1978-1979 | 204.3 | 240 | 300 | 183 | 255.5 | 351.5 | 255.7 |
| 1979-1980 | 535.2 | 580 | 382.8 | 180.2 | 625.9 | 364.5 | 444.7 |
| 1980-1981 | 237.5 | 76.9 | 463.3 | 15.6 | 425.7 | 300.3 | 253.2 |
| 1981-1982 | 132.3 | 253.3 | 149.6 | 198 | 195.7 | 499.9 | 238.1 |
| 1982-1983 | 369.7 | 480.4 | 267 | 218 | 527.7 | 216.2 | 346.5 |
| 1983-1984 | 131.8 | 112.7 | 152.9 | 139.2 | 201.8 | 388.4 | 187.8 |
| 1984-1985 | 312.6 | 343.7 | 309.9 | 86.8 | 325 | 205.4 | 263.9 |
| 1985-1986 | 156.5 | 182 | 167.5 | 147.1 | 225.9 | 326.2 | 200.8 |
| 1986-1987 | 213.3 | 306.8 | 216.9 | 133.2 | 366.1 | 382.8 | 269.8 |
| 1987-1988 | 308 | 430.1 | 512.5 | 318 | 452 | 444 | 410.7 |
| 1988-1989 | 295 | 372.7 | 375 | 228.2 | 331.4 | 444.7 | 341.1 |
| 1989-1990 | 222 | 300 | 291 | 192.6 | 299.2 | 320.9 | 270.9 |
| 1990-1991 | 340 | 367.4 | 468 | 186 | 525.5 | 425.2 | 385.3 |
| 1991-1992 | 305 | 507.2 | 498 | 325.5 | 549.5 | 572.9 | 459 |
| 1992-1993 | 121 | 325.2 | 300.3 | 165.9 | 297.7 | 358.1 | 261.3 |
| 1993-1994 | 295.7 | 355.3 | 244 | 194.5 | 372 | 376 | 306.2 |
| 1994-1995 | 163.9 | 307.1 | 312 | 258.3 | 458.3 | 331.4 | 305.1 |
| 1995-1996 | 125.5 | 227.2 | 222.6 | 128.6 | 239 | 253.8 | 199.4 |
| 1996-1997 | 175 | 330.9 | 174 | 133 | 325 | 383.5 | 253.5 |
| 1997-1998 | 206 | 264.8 | 303.8 | 147.1 | 292.5 | 333.4 | 257.9 |
| 1998-1999 | 138 | 140.5 | 160.7 | 110.9 | 147.1 | 159.7 | 142.8 |
| 1999-2000 | 102.4 | 124.7 | 133 | 94.9 | 157.2 | 138.3 | 125 |
| 2000-2001 | 248.4 | 247.8 | 292 | 220.2 | 303.4 | 334.2 | 274.3 |
| 2001-2002 | 243.8 | 358.2 | 351.1 | 167.1 | 376.4 | 330.7 | 304.5 |
| 2002-2003 | 253.8 | 358.1 | 313.7 | 166.7 | 317.8 | 364.4 | 295.7 |
| 2003-2004 | 305.9 | 271.1 | 247.2 | 130 | 240 | 245.7 | 239.9 |
| 2004-2005 | 225.2 | 404.8 | 412.9 | 264.8 | 462.2 | 424.5 | 365.7 |
| 2005-2006 | 281.6 | 294.9 | 228.7 | 138.7 | 318.1 | 304.9 | 261.1 |
| 2006-2007 | 283.5 | 364.1 | 333.1 | 203.1 | 346.3 | 397.2 | 321.2 |
| 2007-2008 | | 186.4 | 194 | 106.4 | 164.3 | 187 | 167.6 |
| المعدل العام | 246.2 | 305.9 | 284.6 | 169 | 339.1 | 337.8 | 280 |

**المصدر: 1- وزارة المياة والري،قسم المياه السطحية، بيانات غير منشورة،2009**

**2- * دائرة الارصاد الجوية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، 2009**

**جدول (2)**

**معدلات الأمطار الشهرية للمحطات المختارة للفتره1971 - 1972 /2007-2008**

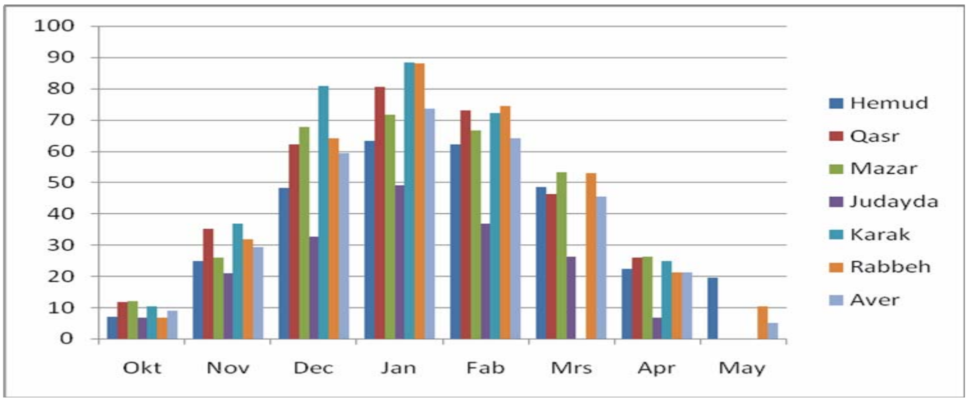
| | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Apr | May |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hemud | 7 | 24.7 | 48.1 | 63.3 | 62.1 | 48.6 | 22.2 | 19.4 |
| Qasr | 11.6 | 35.2 | 62 | 80.5 | 72.9 | 46.3 | 25.9 | 0 |
| Mazar | 12 | 25.9 | 67.8 | 71.7 | 66.6 | 53.1 | 26.2 | 0 |
| Judayda | 6.7 | 21 | 32.6 | 49.1 | 36.7 | 26.1 | 6.6 | 0 |
| Karak | 10.2 | 36.7 | 80.9 | 88.2 | 72.2 | 64،8 | 24.8 | 0 |
| Rabbeh* | 6.6 | 31.7 | 64.1 | 88.1 | 74.5 | 52.9 | 21.2 | 10.3 |
| Aver | 9 | 29.2 | 59.2 | 73.4 | 64.1 | 45.4 | 21.1 | 4.9 |

**المصدر: - وزارة المياة والري،قسم المياه السطحية، بيانات غير منشورة،2009**

**2- * دائرة الأرصاد الجوية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، 2009**

شكل (2)

**معدلات الأمطار الشهرية للمحطات المختارة للفتره1971 - 1972 /2007-2008**




أما مستقبل الأمطار في منطقة الدراسة، فقد أظهرت دراسات سابقه إتجاه عام لتنـاقص الأمطـار فـي منطقـة الـشرق الأوسـط، حيـث أشـارت دراسـة (Neuman.1960 ) التي أجراها على فلسطين وبعض الأقطار الواقعة فـي حـوض المتوسط، وتوصل إلى أن هناك تناقصاً في كميات الأمطار، كما أظهرت السجلات طويلة المدى بأن مناطق شرق البحر المتوسط تواجه خطر التغير المنـاخي النـاتج عن الإحتباس الحراري (غازات البيت الزجاجي) حيث التقديرات لكميـه الأمطـار وتوزيعها لم يتأكد بعد، بسبب الإزاحه للجبهات القطبيـة، أي أن شـرق المتوسـط

سيواجه عدد أقل من المنخفضات الجوية والأعاصير، مما يعني أن الأمطار تتجه نحو التناقص بسبب التغير المتوقع للمناخ. (Oroud.2007)

### درجة **الحرارة** Temperature

تعد درجات الحرارة ذات تأثير واضح في عمليه التبخر في منطقه الدراسة، لما لها من دور في رفع درجه حرارة الهواء الذي يصبح بدوره أكثر قدره على حمل بخار الماء، أي أن العلاقة تصبح طرديه بين درجات الحرارة والتبخر. (درادكه، 2000 )

وتظهر الفروق الحراريه بشكل واضح في منطقه الدراسة بين فصل الصيف وفصل الشتاء، حيث يبلغ معدل درجات الحرارة لأشهر الشتاء في محطة الربه من تشرين ثاني إلى آذار 10.3م ولأشهر الشتاء الثلاثة كانون ثاني، كانون أول، شباط 8.6م°، ويبلغ معدل درجات الحرارة في أشهر الصيف لمحطة الربه 20.2م°، وفي شهري تموز وآب يبلغ المعدل 23.5م° شكل(3) وجدول(3).

وتتضح التباينات في درجات الحرارة الشهرية، حيث يمثل شهري تموز وآب أشد الشهور حرارة، وشهري كانون ثاني وشباط أشدها بروده، ولكن ترتفع المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة في المناطق الجافة شرق منطقه الدراسة ويمثلها محطة القطرانه، ويبلغ معدل درجات الحرارة لأشهر الصيف 21.5م°، ولأشهر الشتاء 10.4م° وفي شهري تموز وآب 24.6م° (وزارة المياه والري 2009).

وقد بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في محطتي الربه والقطرانه 16.1م°، 17م° على التوالي، حيث تتناسب كميات التبخر الشهرية مع درجات الحرارة، وقد بلغ معدل التبخر 128ملم في محطة القصر في شهر كانون الثاني وهو أدنى معدل للتبخر خلال أشهر السنة، وبلغ معدل درجات الحرارة لهذا الشهر 7.9م° بينما بلغ معدل التبخر في أشد الشهور حرارة 192ملم في شهر تموز، وبلغ المعدل الشهري العام 152ملم ومعدل التبخر السنوي 1824 ملم في العام.

وقد اظهرت هذه الدراسة بأن هناك اتجاه عام لتناقص معدلات الامطار وإرتفاع في معدلات درجات الحرارة خلال فترة الدراسة الممتدة من 1971/ 2007، ويظهر ذلك من خلال الشكل البياني رقم (4) والشكل (5).

إلا أنه ظهر إتجاه آخر يعارض فكرة التغير المناخي، وبأن حرارة الأرض لم ترتفع، وأن ما يثار حول هذا الموضوع مبالغ فيه، فقد أشار (Kristy, 2009) مدير برنامج مركز نظام الأرض في جامعه الباما الأمريكيه، أن البيانات التي حصل عليها العلماء في الأعوام الاخيره، والتي أظهرت ارتفاعاً مطرداً لدرجات الحرارة، هي في الواقع غير دقيقه وتشوهت بسبب تأثيرات المدن والتوسع العمراني، وأشار إلى أن المعلومات التي سجلها العلماء حول إرتفاع حرارة سطح الأرض لم تأخذ بالإعتبارات إمتصاص أحجار البناء للحرارة في المدن، وأن لجوء العلماء لقياس حرارة الأرض في الليل، أدى إلى ظهور البيانات غير الصحيحة، لأن تلك الفترة تشهد خروج الحرارة من أحجار البناء والمنشئات التي امتصتها طوال النهار.

واستدل Kristy على صحة تحليلاته، بأنه رصد حرارة مناطق مأهوله وأخرى نائية في ولاية كاليفورنيا الأمريكيه على مدار 100 عام، واتضح له بأن درجات الحرارة كانت متقاربه خلال النهار، إلا أنها إرتفعت في المناطق المأهولة خلال فتره الليل بتأثير ألأبنيه.

وأشار أيضاً إلى أن الزيادة في درجات الحرارة بالمدن ليست لها تأثير على البيئة، ولا تؤدي إلا إلى العواصف الرعدية، ويرى كذلك بان ذوبان المسطحات الجليدية بالقطب الشمالي ما هي إلا دورات الذوبان والتشكل الطبيعي، حيث أشار إلى أنه بالمقابل هناك مساحات جديدة تشكل بها الجليد في القطب الجنوبي. (الغد، 2009 ).

## جدول (3)

## معدل درجات الحرارة الشهري والسنوي لمحطة الربه للفترة 1990 /2007

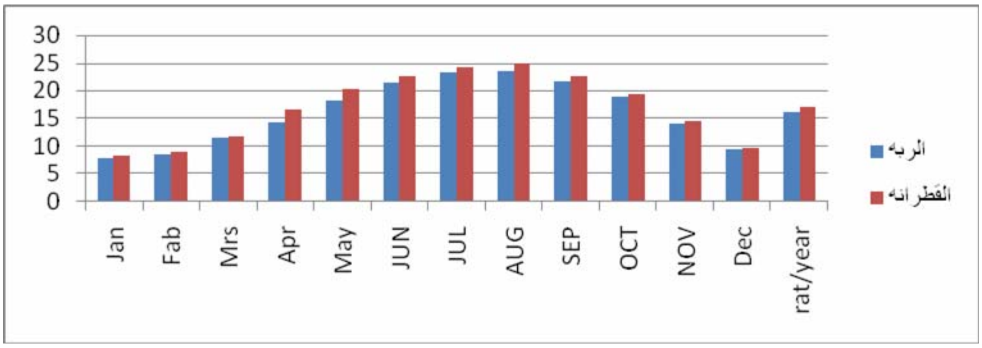
| | Jan | Fab | Mrs | Apr | May | JUN | JUL | AUG | SEP | OCT | NOV | Dec | rat/year |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الربه* | 7.9 | 8.6 | 11.5 | 14.4 | 18.3 | 21.5 | 23.4 | 23.6 | 21.7 | 19 | 14.1 | 9.4 | 16.1 |
| القطرانه | 8.2 | 9 | 11.8 | 16.7 | 20.2 | 22.6 | 24.3 | 24.9 | 22.5 | 19.3 | 14.6 | 9.8 | 17 |

**المصدر: 1- دائرة الأرصاد الجوية، قسم المناخ، بيانات غير منشوره، 2009***

**2- وزارة المياه والري، قسم المياه السطحية،بيانات غير منشوره،2009**

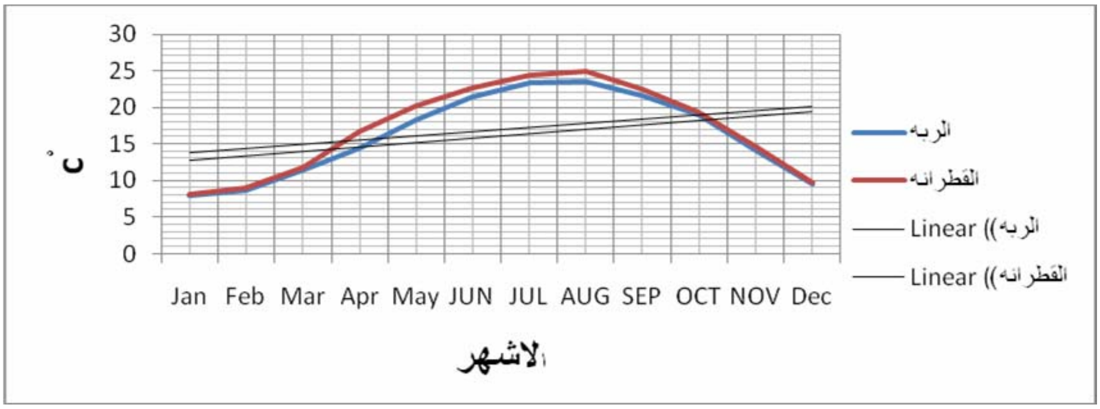
## شكل (3)

## معدل درجات الحرارة الشهرية والسنوية لمحطتي الربه والقطرانه للفترة 1990 /2009



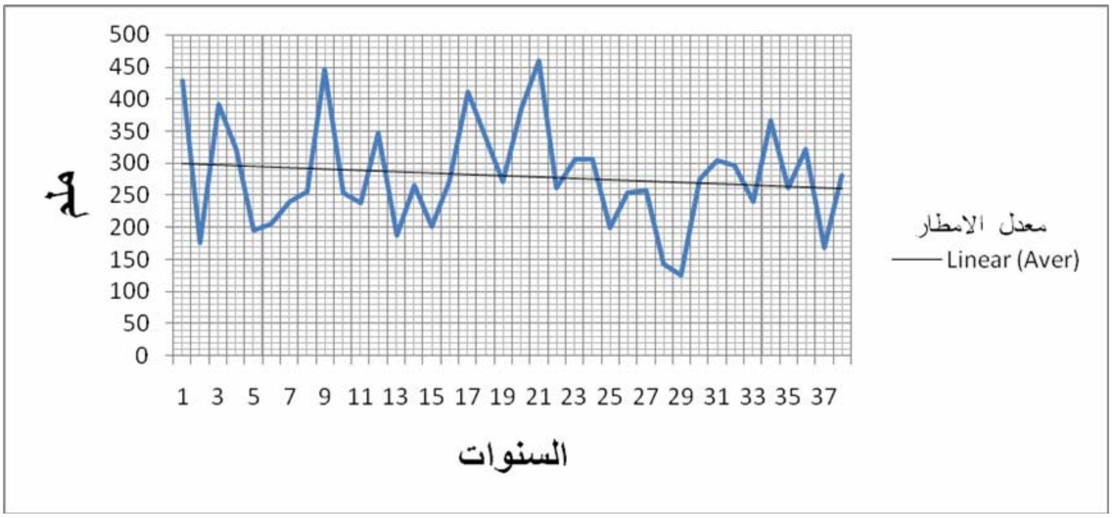

## شكل (4)

## إتجاه تغيرمعدلات درجات الحرارة لمنطقة الدراسه للفتره 1990 /2009



**شكل (5)**

**إتجاه تغيرمعدلات الأمطار لمنطقة الدراسه للفتره 1971 /2007**




## 2.2 البناء الجيولوجي structure

يغطي منطقه الدراسة وحدات صخريه مختلفة في مكوناتها والفترات الزمنيـة التي تشكلت بها خريطة (6)، فمنها ما يعود إلى الحقبات القديمة وبعضها إلى الحقب الوسطى وأخرى إلى الحقب الحديثة ويوضح الشكل(7) الطبقات الصخرية.

### 1- الحقبة القديمة Paleozoic

وتتكون من صخور الكامبري التي يقدر عمرها من 570 -500 مليون سـنه (عابد، 1985) والتي تتركز على صخور ما قبل الكامبري، ويظهر في هذه الحقبـة تكوين عشرين (Ishrin formation) الذي يعادل وحده الحجر الرملي الكتلي البنـي حسب تقسيم البعثة الجيولوجية الألمانيه (Bender, 1974 ) ويتـراوح سـمك هـذا التكوين بين 310 - 340م، وينقسم إلى ثلاث طبقات، ففي المئه المتر السفلية يتكون من صخر رملي كوارتزي وفلسبار، وفي وسط التكوين يتكون من صـخر رملـي ناعم إلى متوسط الحبيبات مع وجود طبقات من الطين، وفي الجزء العلوي يتكـون من حصى متكتل ويعلو هذه الطبقة تكوين الديسه (عابد، 1982 ).

2- **الحقبة الوسطى Mesozoic**

وتتكون من صخور عصر الكرتياسـي الأسـفل Cretaceous lower، وقـد أستعمل تعبير صخور رمل الكرنب من قبل Quennell (1951) في حين إسـتعمل بندر (1974) تعبير صخور رمل الكريتاسي الأسفل (عابد 1982).

وتتكون صخور رمل الكرنب من وحده الحجر الرملي الأبيض الكتلـي white massive sandstone وهي صخور رمليه متفتتة وتبلغ سـماكتها حـوالي 300م، ويعلو هذه الطبقة تكوين شعيب Shueib Formation الذي يتكون من طبقات الحجر الجيري الرملي ويتخلله طبقات سميكة من المارل والغضار الأسود وتبلغ سماكه هذا التكوين في منطقة حوض الموجب 127م، ويعلو هذه الطبقة تكـوين وادي الـسير وتعادل وحدة الحجر الجيري الكتلي وتتألف من طبقات متتالية من الحجر الجيـري الكتلي يتخللها طبقات من الصوان في جزئها السفلي والحجر الطباشيري الأبيض في جزئها العلوي، ويبلغ سماكه هذا التكوين في منطقه الموجـب 128م، ويعـد هـذا التكوين من المستويات الهامة الحاملة للمياه.(عابد،1982)

ويتكشف أيضاً تكوين عمان في أجزاء متعددة من منطقة الدراسة حيث يشكل من ثلاث وحدات هي:

1-**الوحدة الجيرية السيليسيه**:

وتعلو تكوين وادي السير ويغلب عليها طبقات من الصوان يصل سمكها إلـى 5م في منطقه القطرانه والموجب وتسير بشكل متموج، وتعلو هذه الطبقة صـخور الحجر الجيري الكتلي، حيث يسود أحياناً طبقات من الصوان وأحياناً مـن الحجـر الجيري، وتتناقص سماكتها باتجاه الشرق حيث تبلغ 40 – 70م في منطقه الحسا - القطرانه، بينما في منطقة الكرك والموجب تبلغ 100م. (عابد، 1982).

2- **وحده الفسفورايت**:

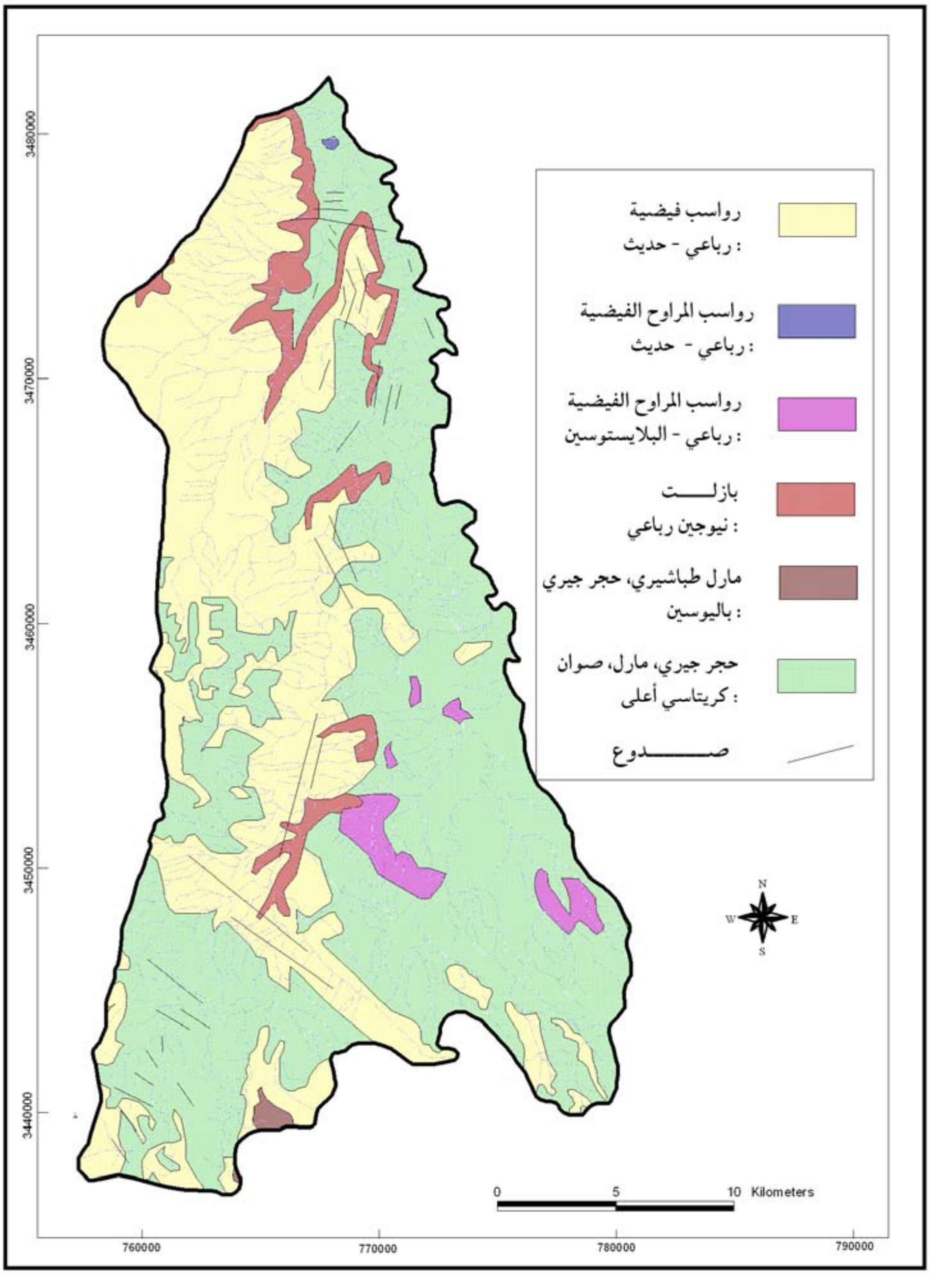
وتعلو هذه الوحدة وحدة الجير السيليسيه، وتظهـر فـي الحـسا والقطرانـه، وتحتوي على الصخور الفوسفاتية التي تظهر على حساب الطبقات الصوانيه ويصل سمك هذه الطبقة إلى 90م، ويظهر في الأعلى طبقات طريه من المـارل المـصفر الرمادي فاتح اللون.

3- **وحده المارل الطباشيرية**:

وتعلو الوحدة الفوسفاتية وتعد أحدث صخور الحقبة الوسطى، وتحتوي على طبقات من الجبس والصوان وعقد جيرية يغلب عليها اللون الأسود القاتم وتعرف بالصخور الزيتية، وتبلغ سماكتها في اللجون 30م. (العقرباوي، 2007)

3- **الحقبة الحديثة Cenozoic**

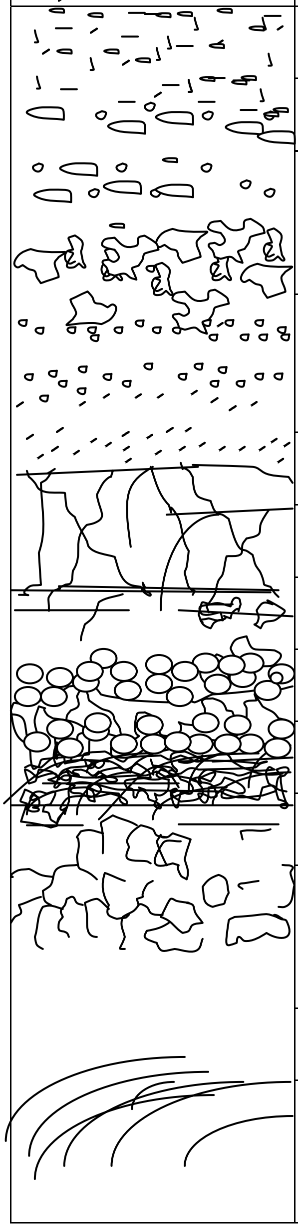
وتعود جميع وحداته في منطقة الدراسة إلى فترة العصر الرباعي Quaternary حيث تظهر الصخور البازلتية بالموجب وتبلغ سماكتها 25م، وتغطيها التربة الحمراء التي مصدرها جبل شيحان جنوب وادي الموجب، كذلك تغطي منطقة الدراسة بعض أنواع الرسوبيات الحديثة، مثل الرسوبيات الصوانيه في المناطق الصحراوية أو الرواسب الفيضية عند مصبات الأوديه، والرسوبيات الكاليشيه Calcrete وهي رسوبيات جيرية تظهرعلى سفوح الجبال والمناطق المنخفضه (عابد، 1982)




شكل (6 ) الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة

## شكل (7)

## الوحدات الصخرية في منطقة الدراسة

| الحقبة | العصر | الصخور | الطبقات |
| --- | --- | --- | --- |
| الحقبة الحديثة | العصر الرباعي | الرواسب الكاليشية |  |
| | | الرواسب الفيضية | |
| | | الرسوبيات الصوانية | |
| | | الصخور البازلتيه | |
| الحقبة الوسطى | الكريتاسي الاعلى | المارل الطباشيري | |
| | | الفوسفات | |
| | | الجير السيليسية | |
| | | تكون عمان | |
| | | تكوين وادي السير | |
| | | تكوين شعيب | |
| | الكريتاسي السفلي | الحجر الرملي الابيض الكتلي | |
| الحقبة القديمه | الكامبري | تكوين ام عشرين | |
| | | صخور ماقبل الكامبري | |

## 3.2 التضاريس Topography

تعد تضاريس سطح الأرض أحد العوامل الطبيعية التي تؤثر بشكل مباشر في عملية الجريان السطحي لمياه الأمطار، من حيث سرعة الوصول إلى ذروة الفيضان، وسرعة التسرب والتبخر ( جبوري، 1988؛ الصحاف،1970)

فالأراضي المنحدرة والشديدة الإنحدار تكون سرعه الجريان فيها عاليه، مما تعمل على الوصول إلى قمة الفيضان في فترة قصيرة بعد سقوط الأمطار، وكذلك تقل سرعة التسرب الذي قد تنعدم نهائيا إذا كان الإنحدار شديد وعاري من التربة، أما إذا كان هناك شقوق صخريه أو غطاء من التربة فيكون التسرب أكثر من الحالة الأولى، أي انه كلما قل الإنحدار وازداد غطاء التربة وكثرت الشقوق تزداد سرعة التسرب، وذلك يظهر جلياً في الأراضي السهلية المنبسطة التي يكون سرعه الجريان فيها بطيء، مما يودي إلى أن تكون احتمالات التبخر والتسرب عاليه. ( Bowen, 1982)

وقد أجرى (Lavee & yair, 1985)، تجربه لقياس نسبه التسرب على منطقتين، الأولى منحدر جاف وصخر أساس عاري ومتشقق، والثانية تتكون من تربه Colluvial فكان التسرب أعلى في التربة مع نفس كميه الأمطار الساقطة. ومن هنا يظهر دور التضاريس في عملية الجريان السطحي.

ويظهر في منطقة الدراسة ثلاثة أشكال تضاريسية، وهي منطقه الجبال المرتفعة في أقصى الجنوب الغربي من منطقة الدراسة بمناسيب 1000- 1200م فوق سطح البحر، تبدأ بالإنحدار باتجاه الشرق والشمال الشرقي حتى تصل خط كنتور 1000م، وتعد هذه المنطقة اشد مناطق الدراسة انحداراً مقارنه مع الأجزاء الأخرى من منطقه الدراسة.

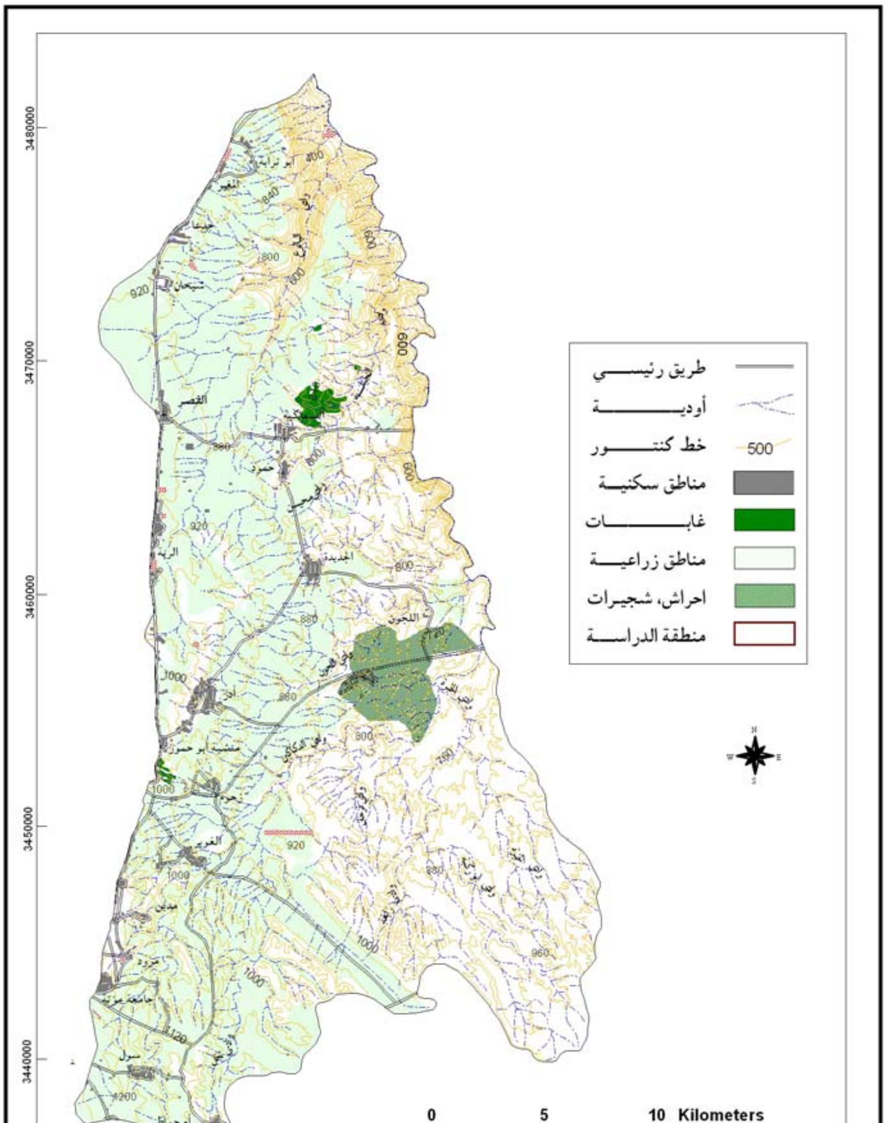
أما الشكل التضاريسي الثاني فهو المنطقة الهضبيه وتمتد بين خطي كنتور 800م - 1000م فوق مستوى سطح البحر وتشكل معظم أجزاء منطقه الدراسة، وتتصف بإنحدارها البسيط إتجاه الشرق، ويتخللها بعض القمم المرتفعة وتشكل قمة شيحان 1054م أعلى قمة في هذا الجزء.

وتتصف منطقه الدراسة بأنها أكثر مناطق حوض الموجب غزارة بالأمطـار، حيث يلاحظ ذلك من خلال الأودية التي عمق مجراها بفعل الأمطار الغزيرة التـي تصيب هذه المنطقة.

ويظهر خانق وادي الموجب كشكل تضاريسي ثالث في منطقة الدراسة، ويبدأ بوضوح من خط كنتور 800م فوق مستوى سطح البحر، الذي يمثل الجانب الجنوبي لمجرى وادي الموجب، ويتصف بانحداره الشديد، ويظهر ذلك من خـلال تلاصـق خطوط الكنتور، حيث يبدأ من إرتفاع 800م وينتهي في مجرى وادي الموجب على خط كنتور200م في مسافة لا تتجاوز بضعة كيلومترات.

من خلال ما سبق تظهر تأثيرات تضاريس سطح الأرض في منطقة الدراسة، والمتمثل في سرعة جريان مياه الأمطار الساقطة على الجزء الجنوبي الغربي والتي تمثلها مرتفعات المزار ومؤتة ومنطقه مؤاب، لإنحدارها الشديد وفـارق المنـسوب بينها وبين مصب وادي الموجب، الذي يزيد من سرعه وصول موجات التـصريف ويقلل كميه التسرب الضائع بالتبخر، ويلاحظ ذلك من خلال عمق مجاري الأوديـة وإتساعها في هذه المنطقة.

أما المنطقة الشمالية الغربية (الهضبة الغربية ) التي تنحـدر باتجـاه الـشرق انحداراً خفيفاً مع وجود التلال في بعض أجزائها وتموجها، ساهم في تطور بعـض المجاري المائية، وخاصة في منطقه المنشية وأدر والربه حيث يتكشف الصخر في معظم التلال في هذه المناطق مما يساهم في زيادة الجريان وموجات التصريف التي تعمل على تطور المجاري المائية، وكذلك نلاحظ عمق الأودية في منطقـة شـرق حمود والسماكيه وقد ساهم في تطوير عمق المجاري المائيـة فـي هـذه المنطقـة الإنحدار الشديد باتجاه مصب وادي الموجب، ويظهـر تطـور المجـاري المائيـة بوضوح في منطقة شرق جدعا والمتمثلة بوادي البالوع الذي يشق مجراه بين سهلين وبمسافة تتجاوز 4كم، ويعزى ذلك التطور لغزارة الأمطار وشكل حوض الـوادي والانحدار الشديد باتجاه مصب الموجب.




شكل ( 8 ) الخارطة الطبوغرافية لمنطقة الدراسة.

## 4.2 التربة Soil

تؤثر التربة ونوعيتها على الإنتاج المائي الـسطحي ( Surface water yield) بشكل كبير، حيث أن الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة والمتمثلـة فـي تبـاين التضاريس التي تراوحت بين 1200م فوق مستوى سطح البحر إلـى 200م عنـد مخرج سد وادي الموجبout let، والمناخ حيث يسود مناخ البحر المتوسـط شـبه الرطب في معظم أجزائها ومناخ البحر المتوسط شبه الرطب - الجاف في أجـزاء قليله في أقصى شرقها، كما أن صخور منطقة الدراسة تتنوع من الحجر الجيري -، والحجر الرملي، والصخور البازلتية -، والمارل الطباشيري -، وأنواع مختلفة من الرسوبيات الكاليشيه والمراوح الفيضية أثرت هذه الخصائص مجتمعه في خصائص التربة مثل نسيج التربة ودرجة نفاذيتها ورطوبتها وتطورها والتي لها أهميه عظمى على الجريان السطحي Runoff.

واعتماداً على تصنيف الشركة اليابانية (JIC 1987)، ووزارة الزراعة 1993، ومن خلال خرائط التربة وأنواعها المتعلقة بمنطقة الدراسة تم تصنيف أنواع التربة:

## 5.2 التصنيف حسب مراحل التطور:

**التربة الكلسيه الجافة Typic calciorthids**

وهي تربة ذات قوام غريني ممزوجة بالحجارة الجيرية والـصوانيه وتبلـغ نسبة الحجارة 80 % وهي تربه تتصف بقله المادة العضوية لقلة الغطـاء النبـاتي، وتتعرض للتعرية المائية والهوائية، وتنتشر هذه التربة في شريط ضيق في الجـزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة ويتسع بالاتجاه جنوبا.

وقد أظهرت العينات الميدانية تواجد هذه التربة في شـرق الـسماكيه وحمـود وشرق الجديده وهي تربة بيضاء اللون ومختلطة بالحجارة الرمليـة، ويتـسع هـذا الشريط بالإتجاه جنوبا بعد منطقة اللجون ويبلغ أقصى اتساع له في الجنوب الشرقي من منطقة الدراسة.

تتصف هذه التربة بالنفاذية العالية لأن الحصى والرمل يشكل جزء كبير مـن تكوينها، لذلك فان كمية المياه المتسربة إلى الطبقات الحاوية للمياه كبيرة. بالإضافة إلى سهولة انجراف المواد الطينية من هذه التربة.

**التربة الصحراوية الحديثة Typic Torriothents.**

وهي تربة حديثة التكوين، وتتواجد على سفوح المنحدرات المتوسطة والشديدة وبطون الأودية وحوافها ولا يوجد لها آفاق تحت السطح، ومعرضة للتعرية المائية، وتنتشر في مساحات محدودة جداً على حواف وسـفوح أوديـة مثـل وادي نخيلـه والبالوع والسفوح الجنوبية للمجرى الرئيسي لوادي الموجب.

**تربة البحر المتوسط ( البنيه الحمراء ) Xerochrepts – calcixerollic**

وهي التربة السائدة في معظم أجزاء منطقه الدراسة، وتتـشكل مـن الرمـل والطين ويشكل الطين نسبه عاليه من تكوينها مع وجود آفاق كلسيه، بسبب وجـود كربونات الكالسيوم (العنانزه، 1999 )

وتعد هذه التربة مبتدئة التطور وحديثة العمر، ولا تزال تحتوي علـى جـزء كبير من فتات الصخر الأم وآفاق كلسيه، وتمتد هذه التربة في منطقة الدراسة مـن جنوب وادي الموجب وعلى ارتفاع 800م باتجاه الجنوب وتستمر إلى ما بعد حدود منطقة الدراسة وتنتهي على حدود وادي الحسا. أما من الغرب يحدها حافة هـضبة وادي الأردن، ومن الشرق تمتد على طول خط المطر200ملم (المنطقة الانتقاليـة)، خريطة(12)

ويظهر في منطقة الدراسة أربعة أنواع من تربة البحر المتوسط.

1- **تربة البحر المتوسط الكلسية - الإنتقالية Calcixerollic xerochrepls**

وتسود هذه التربة في معظم قطاعات تربة البحر المتوسط في منطقة الدراسة، ويوجد الأفق الكلسي على عمق 50- 80سم داخل قطاع التربـة، وتـصل نـسبة الكالسيوم 22% (العقرباوي، 2007) وتشاهد في منطقة الدراسة باللونين الأصـفر والبرتقالي، وتنتشر باللون الأصفر إلى الجنوب الشرقي من حمود والسماكيه وغرب الجديده وتتسع شرق زحوم، ويظهر إلى الجنوب منها اللون البرتقالي على الـتلال وأسفل التلال إلى الشرق من مرود ومدين حتى سول وسهل المزار. الشكل (9)



**شكل ( 9)**

**التربه البرتقاليه شمال الجديده.**

**2- تربة البحر المتوسط العميقة Typic Xerochrepts**

وتسود في الأجزاء الغربية الشمالية ونسبة انتـشارها فـي منطقـة الدراسـة محدودة، حيث تنحصر في المنطقة المحصورة بين الحدود الغربية لمنطقة الدراسـة وحافة وادي الموجب شمالاً وغرب حمود والسماكيه شرقاً وشمال الربـه جنوبـاً. شكل(10)



**شكل (10 )**

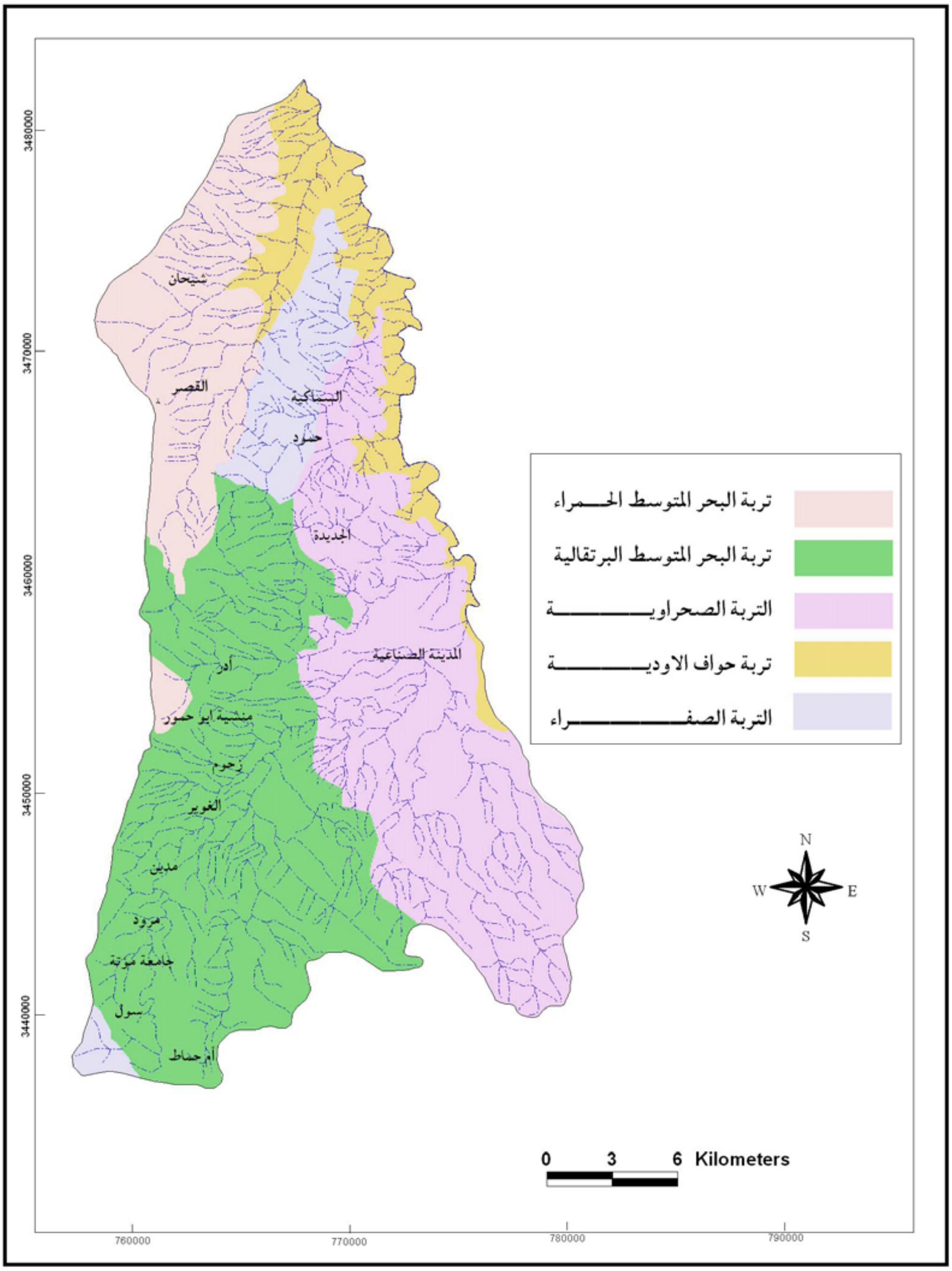
**التربه الحمراء العميقه شمال غرب منطقة الدراسة.**

3- **تربة البحر المتوسط قليلة العمق Lithic Xerochrepts**

وتتواجد التربة من هذا النوع على قمم التلال والسفوح الجانبية، وتغطي مساحة تمتد من منقطة الربه وأدر والمنشيه حتى الحدود الجنوبية لمنطقة الدراسة، وتسير موازية للتربة البرتقالية التي تتداخل مع بعضها كجيوب في عدة مناطق.

**4- تربة البحر المتوسط المتشققة Xerochreps Vertic**

وتتداخل هذه التربة مع الأنواع الأخرى في منطقة الدراسة على شكل بؤر، حيث تكون هذه البؤر غنية بالطين وتصل نسبة الطين 40% (العقرباوي، 2007 ) وتظهر الشقوق في التربة في فصل الجفاف وفي المناطق المستوية السطح وذات الإنحدار المعتدل.




شكل ( 11 ) قطاعات التربة في منطقة الدراسة.

المصدر : وزارة الزراعة، قسم التربة،1993 .

**تصنيف التربة حسب نظام الرطوبة**

وحسب المعايير المتبعة في تصنيف التربة في الأردن فإنه يظهـر نظـامين للرطوبة في منطقة الدراسة:

1- **النظام شبه الرطب Xeric Moisture Regime**

يكون قطاع التربة شبه رطب إذا كانت التربة رطبه لمدة 90 يوم/ سـنه فـي فترة ستة من عشر سنوات متتالية، ودرجه حرارة التربة أكثر من 8 درجه مئويـة أما إذا كانت درجه حرارة قطاع التربة اقل من 5 درجه مئوية فتتبع النظام الرطب، وينتشر النظام شبه الرطب في أكثر من 90 % من منطقة الدراسة.

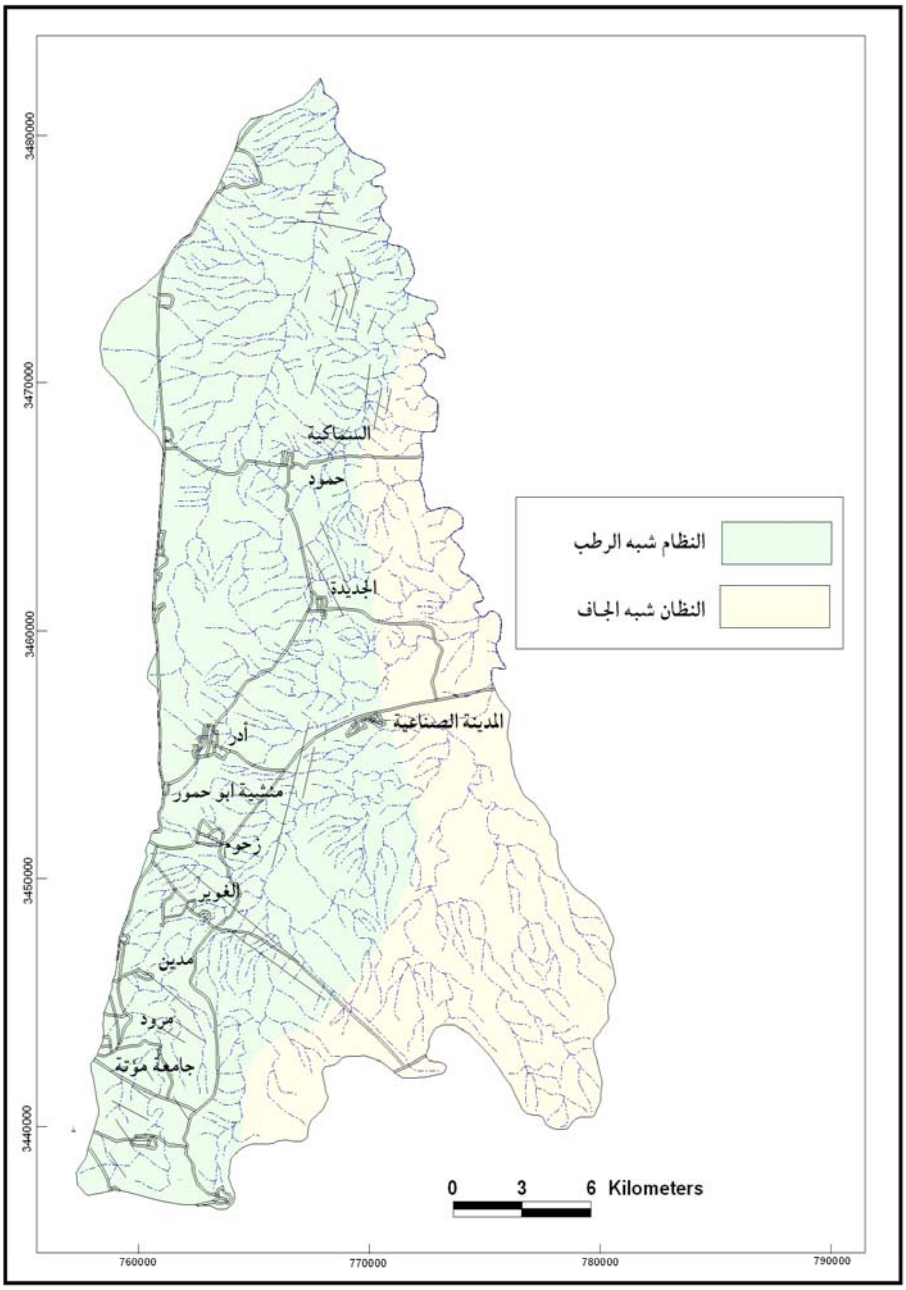
2- **النظام الانتقالي Xeric – Aridic Moisture Regime**

وهو النظام الذي يفصل النظام شبه الرطب عن النظام الجاف، ويتميـز بـان معدل درجه حرارة التربة تكون اقل من 22 درجه مئوية، ويتبع النظام الإنتقالي في منطقة الدراسة خط المطر المتساوي 200 ملم تقريباً، وينتشر في المناطق الـشرقية من منطقة الدراسة خريطه رقم (12).

**تصنيف التربة حسب العمق**

1- **عمق التربة اكبر من 3م:**

وتنتشر هذه التربة بمنطقة الدراسة في الأجزاء الغربية الشمالية، وهي تلازم تربة البحر المتوسط العميقة الحمراء اللون، وتنتشر كذلك في أقصى الجنوب الغربي بمنطقه سهل المزار باللون البرتقالي.

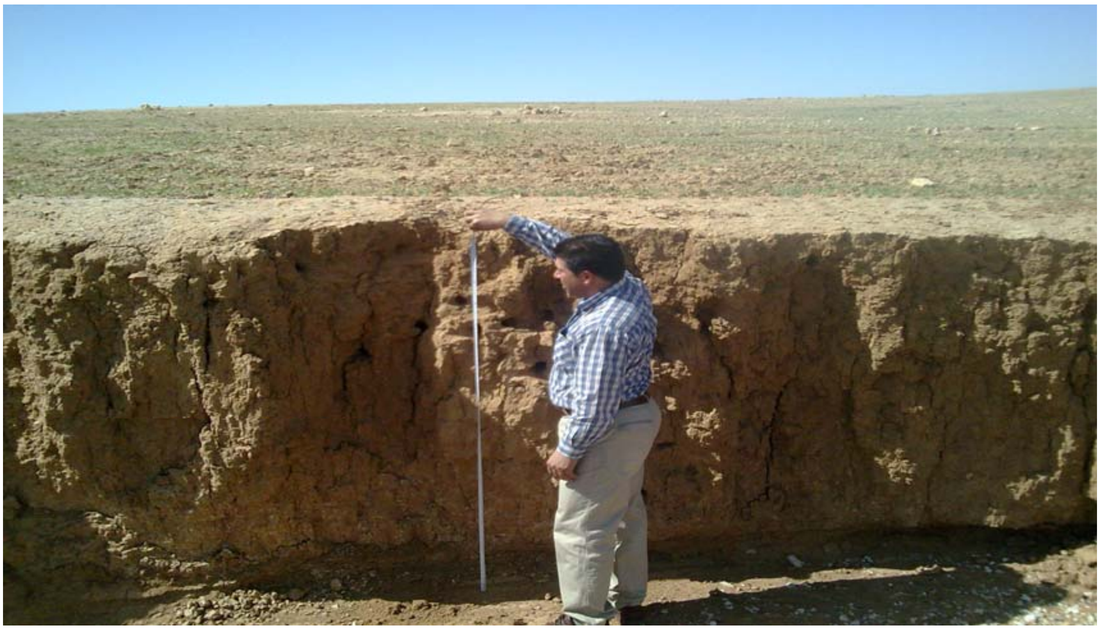



شكل ( 12 ) خارطة أنظمة الرطوبة في منطقة الدراسة

المصدر : وزارة الزراعة، قسم التربة، 1993 .

**2- عمق التربة من 3م – 1م:**

تتواجد هذه التربة بشكل رئيسي موازي للتربة العميقـة Typic مـن الجنـوب والشرق، في مناطق التربة الصفراء إلى الشرق من حمود وغرب الجديـده، ومـن الجنوب تشكل عدسه حول شرق الربه وادر والمنشيه وزحوم حتى سهل الغـوير، ويظهر هذا العمق للتربة في مساحات متقطعة من مناطق الدراسة وخاصة بـالقرب من حواف وادي البالوع والحدود الشماليه الغربية ويعود الإنخفاض بعمق التربة في هذه المناطق لعوامل التعرية.



**شكل (13 )**

**مقطع للتربه البرتقاليه عمقه 190 سم (جنوب بلدة حمود) فلكياً ( 11ً – 15َ -31° شمالاً )( 15ً – 41َ – 35° شرقاً )**

3- **عمق التربة من 1م - 0.5م**

تسود هذه الطبقة من التربة في مناطق متعددة من منطقة الدراسـة، وتنتـشر بشكل محدود في الجزء الشمالي الغربي الأوسط إلى الشرق من الربـه وجنوبهـا ومنطقة أدر والمنشيه وزحوم، حيث تتواجد العديد من التلال فـي منطقـة الربـه ويتكشف الصخر في بعضها ويبلغ متوسط عمقها في أسفل التلال 80 سـم، بـسب التعرية المائية والجاذبية الأرضيه، وتسود هذه الطبقة بـشكل واسـع فـي معظـم المناطق الجنوبية الشرقية والجنوبية الوسطى، حيث تبرز التلال بشكل واضح مـن منطقة المشيرفه ومرود ومدين وشرقها حتى سول وأم حماط وفي هذه المناطق تبلغ

طبقة التربة في أسفل التلال بمتوسط 60سم، أما أسفل التلال في أقـصى الـشرق الشمالي والأوسط وفي التربة الصحراوية يبلغ متوسط طبقة التربـة 80 سـم فـي مناطق المراوح الفيضية للأودية.



**شكل( 14 )**

**مقطع تربه عمقه 90 سم (شرق ادر ) فلكياً (˝06 –´12 –˚31 شمالاً) (˝35 -´44 -˚55 شرقاً )**

### 4- عمق التربة من 0.5م - 0.4 م

وتسود هذه الطبقة معظم سفوح التلال للمناطق السابقة بالإضافة إلـى أسـفل التلال الجنوبية الشرقية، حيث بلغ متوسطها شرق جامعة مؤتـة ومـدين ومـرود، وشرق سهل المزار40 سم.

### 5- عمق التربة أقل من 0.4م

وتظهر هذه الطبقة في مساحة واسعة في الجنوب الشرقي وتمتد على الحـدود الشرقية باتجاه الشمال، ويبلغ متوسطها في الجنوب الشرقي27 سم، حيـث عينـات شرق سول وشمال محي وأم حماط في الناطق المستوية، بالإتجاه شمالاً توجد هـذه الطبقة على قمم التلال والسفوح العليا، ويتكشف الصخر في الكثير من قمم الـتلال ففي التلال شرق الربه يبلغ متوسط سمك التربة 10 سم، أما سفوح التلال وقممهـا

في أدر فهي مكشوفة وعارية تماماً  ويعزى السبب للتعري الناتجـة عـن غـزارة الأمطار وشدة الإنحدار.



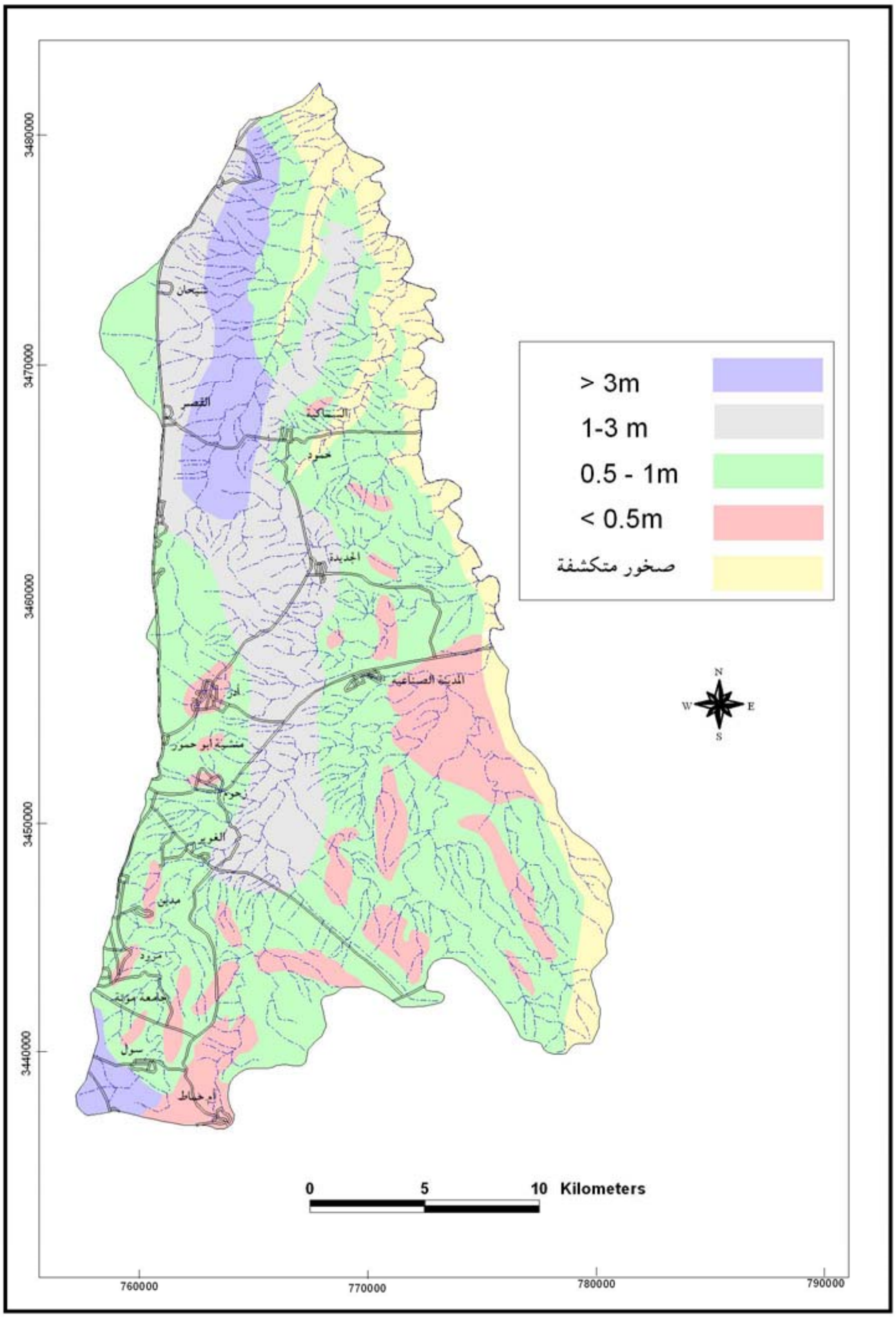
**شكل ( 15 )**

**مقطع تربه شمال بلدة ام حماط  عمقه 30 سم، فلكياً (˝50 – ´02 – ˚31 شمالاً ) (˝48 – ´45 – ˚35 شرقاً ).**



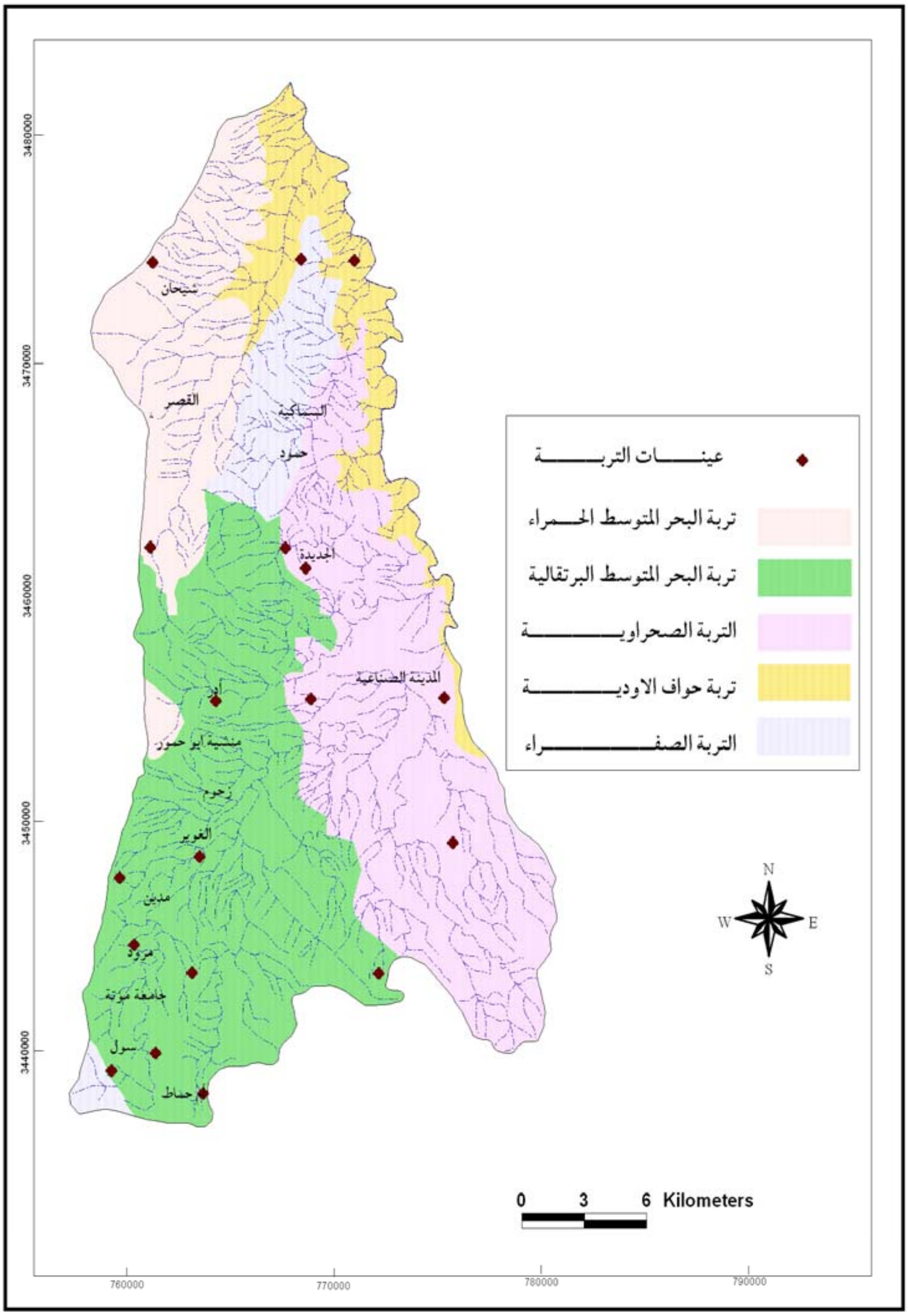
**شكل( 16 )**

**مقطع تربة أعالي التلال عمقها 15 سم(شرق مرود ومدين ) فلكياً (˝42 – ´05 - ˚31 شمالاً )(˝33 - ´45 - ˚35 شرقاً).**




شكل (17 ) خريطة أعماق التربة في منطقة الدراسة .

المصدر : وزارة الزراعة، قسم التربة، 2001 .




شكل (18) خريطة مواقع عينات التربة في منطقة الدراسة.

المصدر : وزارة الزراعة، قسم التربة،1993

## 6.2 الغطاء النباتي Vegetation

للغطاء النباتي أثر كبير وواضح على الإنتاج المائي السطحي وجميع عناصر الموازنة المائية للحوض النهري، ويظهر تأثير الغطاء النباتي على الجريان السطحي من خلال فقدان الكثير من مياه الأمطار الساقطة بعملية التبخر- النتح، حيث تفقد جميع المياه العالقة على الأوراق والأغصان بالتبخر، بالإضافة إلى احتجاز كميه أخرى في جسم النباتات ويفقد جزء منها في عملية التبخر-النتح التي تعوضها باستمرار من رطوبة التربة، أي أن زيادة الجريان تعتمد على النقص في كميه التبخر- النتح حوض النهر. ( جبوري، 1988)

كذلك يأتي تأثير الغطاء النباتي على الجريان السطحي من خلال إعتراضه لمياه الأمطار الذي يؤدي إلى زيادة التسرب وتأخير وصول الفيضان إلى مجرى النهر، وأيضا يعمل الغطاء النباتي على منع التربة من الإنجراف الذي يقلل من كمية الرواسب المنقولة إلى مجرى النهر (Philip, 2007).

أما في حالة كون الغطاء النباتي غير موجود أو متناثر، فإن قدرة الأمطار على جرف التربة والتعرية تكون عاليه، ويترتب على ذلك أن حجم الرواسب الذي تنقله يكون كبيراً، وهذا يظهر في منطقة الدراسة التي تعد ذات غطاء نباتي متناثر وخفيف ومعدوم في أجزاء كبيره منها. ويدل على ذلك ارتفاع كمية الرواسب المتجمعة في سد وادي الموجب التي تبلغ 14.5م ( سلطة وادي الأردن، 2009 ) علماً انه لم يمر أكثر من 7 سنوات على إنشائه.

ويمكن تقسيم النبات الطبيعي في منطقة الدراسة إلى:

1- **الأشجار الحرجيه**.

وتوجد على حد تقسيم المياه الغربي لمنطقه الدراسة، وتمتد الأشجار الحرجيه من منطقة الجدعا باتجاه القصر والربه حتى منطقه المنشيه وأبو حمور، حيث تزداد كثافة في منطقة الربه( كلية الزراعة) وأبو حمور، كذلك تتواجد الأشجار الحرجيه على شكل غابه شرق السماكيه على السفوح العليا لوادي النخيله، أما المنطقة الجنوبية من منطقة الدراسة فهي تكاد تخلوا تماماً من وجود أشجار حرجيه وإن وجدت فهي متناثرة ومحدوده جدا وأهم أنواعها السرو واللزاب.

2- **النباتات الجبلية**

وتتواجد هذه النباتات في المنطقة الغربية من منطقة الدراسـة علـى سـفوح الأودية وقمم التلال التي تتكشف بها الصخور ويقل سمك التربة بها، وكـذلك فـي مجاري المسيلات المائية الصغيره، حيث تم القضاء على معظم الغطـاء والنبـاتي الطبيعي في منطقه الدراسة وتم تحويلها إلى أرض زراعيه.

وتنقسم هذه النباتات إلى نوعين الشجيرات والنباتات العشبية وأكثـر تواجـد للشجيرات على سفوح الأودية ومجاري المسيلات المائية حيث تغطى سفوح أوديـة البالوع والنخليه ويمتد إنتشارها جنوباً بشكل متناثر شرق منطقة حمود والـسماكيه وتنتشر بشكل أكبر في منطقة الجديده ومنطقه المراعي في اللجـون، حيـث تعـود للتباعد من جديد شرق مرود ومنطقه سول، وأهم أنواعها البلان والقطـف والارت والشيح.

أما النباتات العشبية فأكثر مناطق تواجدها وكثافتها في المنطقة الشمالية الغربية من منطقة الدراسة حيث تظهر بكثافة فوق التلال غير المـستغلة بالزراعـة وفـي المنطقة المطلة على وادي الموجب على سفوح وادي البالوع ونخيله وتخـتلط مـع شجيرات البلان والشيح وغيرها. وتقل كثافتها وتنوعها بالإتجاه جنوباً حتى تنعـدم تماماً في الجزء الجنوبي الشرقي من منطقة الدراسة شرق سول وشمال محـي وأم حماط. وأهم أنواعها المرار واللفيته والحندقوق والنجيل والخبيزه والشعير البري.



**شكل( 19 )**

**شجيرات البلان التي انحسرت بسبب الزراعة في المجاري المائية والتلال الصخرية في المنطقة الشمالية من منطقة الدراسة.( عمل الباحث )**



شكل ( 20 )

الشجيرات الصحراوية في المجاري المائية جنوب اللجون.

### 3- نباتات ضفاف الأنهار

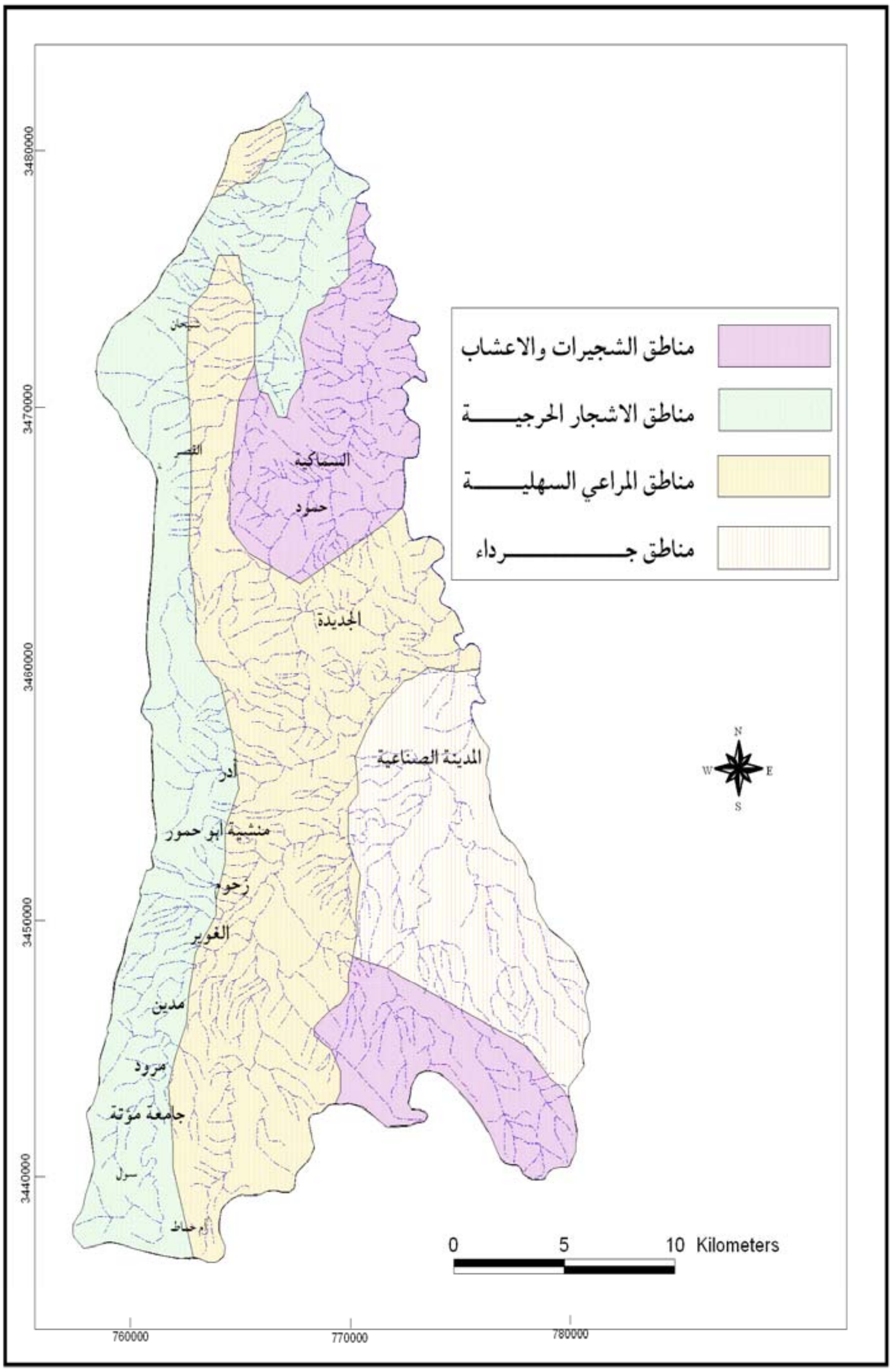
وتظهر هذه النباتات في جزء محدود جداً في منطقة الدراسـة بـالقرب مـن مناطق جريان القاعدة (الأساس) على ضفاف سد الموجب وعلى نهاية مجاري أوديه البالوع والنخيله وهي متباعدة وإرتفاعها لا يزيد على 2م واهـم أنواعهـا الـدفلا والطرفا.

ومن خلال ما سبق يظهر بأن الغطاء النباتي في منطقة الدراسة ليس له تـأثير على الجريان السطحي وأن معظم مناطق الدراسة جرداء وخاليه من الغطاء النباتي، وذلك يعود لقساوة الظروف المناخية المتمثلة في انخفاض معدل الأمطار وارتفـاع درجات الحرارة ومعدلات التبخر، وكذلك استغلال مساحات كبيـره مـن منـاطق الدراسة بالزراعة البعليه.



شكل( 21 )

اشجار الطرفا على ضفاف الموجب.




شكل (22 ) خارطة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة

## 7.2 إستعمالات الأراضي

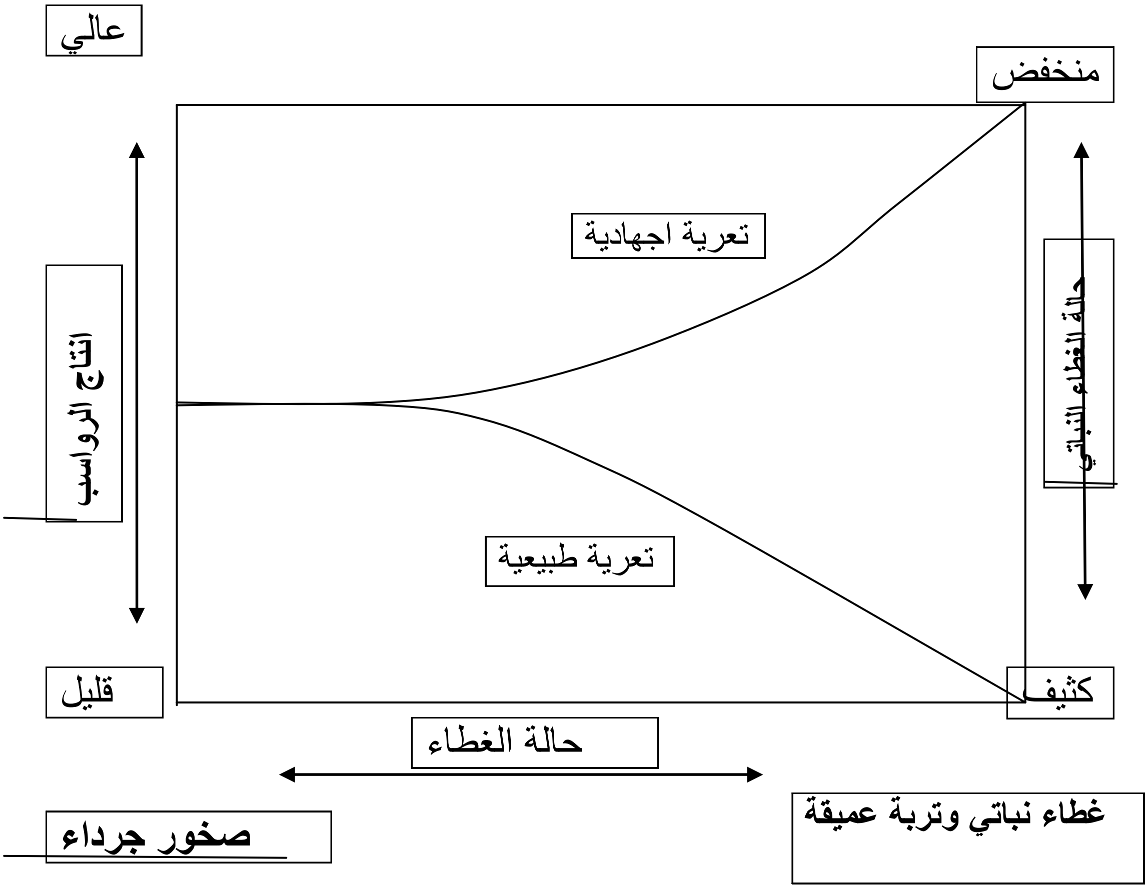
إن نشاطات الإنسان في الأحواض النهريه تؤثر وبشكل مستمر في تغير الجريان السطحي بفعل استغلال الأراضي الزراعية، والتطور الحضري بأبعاده المختلفة العمراني والاقتصادي والسياحي والصناعي (Geoffrey, 2007) وهذه النشاطات تؤدي في معظم الأحيان إلى نتائج تخريبيه مثل زيادة الرواسب التي تنتج عن إزالة الغطاء النباتي الطبيعي بعمليات الزراعة بالإضافة إلى تفتح الطبقة العليا من التربة بسبب تجهيز الأرض للزراعة، مما يجعل سطح التربة عرض للتعرية المائية ( جبوري 1988)، وتظهر نشاطات الإنسان في منطقه الدراسة وأثره على الجريان السطحي من خلال الجوانب التالية:

1- **الاستغلال الزراعي**: وقد تم القضاء على الغطاء النباتي الطبيعي الذي يلازم مناطق التربة العميقة وذات القدره على خزن الرطوبة، وتشكل هذه المنطقة معظم أجزاء منطقة الدراسة، والتي حولت إلى مناطق زراعيه بل امتدت الزراعة إلى مناطق التربة الصفراء والبرتقالية التي تعد أقل خصوبة من التربة الحمراء، ومع طول الاستغلال وانخفاض معدلات الأمطار تركت دون استغلال بعد أن دمر الغطاء النباتي في هذه المنطقة الذي يصعب إعادته. وأصبحت هذه المناطق عرضه للتعرية المائية والهوائية، وتضاف إلى المناطق الصحراوية الجرداء (التصحر).

وقد أثر هذا الاستعمال للأراضي على الجريان السطحي، حيث تعد التربة في معظم مناطق الدراسة ذات نفاذيه قليله وخلوها من الغطاء النباتي الطبيعي، وخاصة وقت ما بعد الحراثه وقبل نمو المزروعات التي يصادف في ذروة فترة الأمطار، مما يساعد على سرعة حدوث الجريان السطحي، ويدلنا على ذلك أمطار عام 2008 /2009، حيث حدث جريان سطحي تاريخ 24 - 27 /10 /2008 يقدر بحدود 3 ملايين م3، (سلطة وادي الأردن، 2009) بعد سقوط أمطار 12 ملم مع أن التربة جافه جداً بعد مرورها بفصل الجفاف. بعكس جبال عجلون التي سقط عليها 70ملم ولم يحدث جريان في نفس الفترة لوجود غطاء نباتي كثيف، (الأرصاد الجوية، 2009) أن تأثير الغطاء النباتي على تطور التربة وعلاقتها بالتعرية

ويوضحها الشكل رقم ( 23) الذي يظهر فعالية الغطاء النباتي في السيطرة على التعرية وإنتاج الرواسب.

شكل ( 23 )
العلاقة بين انتاج الرواسب وحالة الغطاء النباتي والاراضي الصخرية الجرداء




(عن الجبوري بتصرف ، 1988 )

وقد أظهرت دراسات عديدة بأن إزالة الغطاء النباتي يؤدي إلى زيادة وسرعة حدوث الفيضان، فقد درست (Marvin، بدون تاريخ ) التغيرات المحتملة لإنتاج الماء وفترات الذروة بعد إزالة أجزاء من غابات الصنوبر وتوصلت إلى أن الجريان السطحي يزيد من صفر إلى 26 ملم سنوياً، وقد أشار (Horn and Richards 2007) في دراستهم التفاعل بين الغطاء النباتي والجريان وإعادة تنظيم بيئات الفيضان إلى أن كثافة النباتات الطبيعية تحد من سرعة الجريان وخاصة في المنحدرات الشديدة

حسب نوع الغطاء النباتي ودرجة إعاقته للجريان ومن الأمثلة على وضـوح أثـر إزالة الغطاء النباتي على الجريان السطحي، ما حدث في نيبال حيـث أدت إزالـة الغابات من اجل زراعة الأرض إلى زيادة التعرية التي بلغت 20 مليون متر مكعب (م م3) من الطمي silt في سهل (Ganetic plain)كل عام. (Philip, 2007 ).

**2- الرعـــي**: يعد الرعي الجائر أحد نشاطات الإنسان في منطقة الدراسة، حيـث أدى التوسع في المساحات المستغله بالزراعة إلى تقليص المراعي مع زيادة قطعان الأغنام، الأمر الذي أدى إلى القضاء على العديد من الأنواع النباتية، حيـث ذكـر (أبو سمور، 1985) أنواع نباتيه في منطقة الدراسة لم يعد لها وجود ألآن إلا فـي مناطق محدودة مثل الشيح والزعرور والحمض والقطف، وتوجد شجيرات الـشيح في مناطق التلال المحاطة بالمزروعات البعليه، والتي تكمل فترة نموها قبل وصول قطعان الأغنام وكذلك توجد في المجاري المائية وسط حقول القمح، أما الزعـرور والحمض والقطف فتوجد بشكل متناثر على جوانب وادي نخيله، وتختفي بالإتجـاه جنوب وادي نخليه وتعود للظهور في محمية اللجون، مما يشير إلى أنه تم القـضاء على هذه الأنواع في المنطقة الممتدة من أعالي وادي نخيله إلى اللجون نتيجة الرعي الجائر.

**الاستعمال السكني والتطور الإقتصادي:**

تعد الوظيفة السكنية من أوائل إستعمالات الأرض، ويعد المسكن أحد دعـائم الإستقرار، لذا فإن الاستعمال السكني يتناسب طردياً تبعاً لتزايد الـسكان وارتفـاع المستوى الاقتصادي. (الطعاني، 2008 )

وتتباين مساحات الإستعمال السكني في منطقة الدراسة من عام 1961م إلـى عام 2008م حيث نمت المساحة الإجمالية للسكن من (1كـم2 ) عـام 1961 الـى (7.56كم) عام 1994 وتشكل مانسبته (1.245 %) من المساحة الكليـة لمنطقـة الدراسة، بينماعام 2008 بلغت المساحة الاجمالية للسكن (11.6 كم2) وشكلت مـا نسبته (1.9 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة خريطة رقم (24).

أدى التزايد السكاني والتطور الإقتصادي إلى التوسع في اسـتعمالات الأرض بكافة القطاعات السكنية والخدمية والتجارية والتعليمية والصناعية والزراعية وطرق المواصلات وبما أن ظهور الزراعة منذ الأزل ساهم في استقرار الـسكان، حيـث ظهرت التجمعات السكانية على مستوى العالم فـي المنـاطق الزراعيـة وطـرق المواصلات (الروسان، 2003).

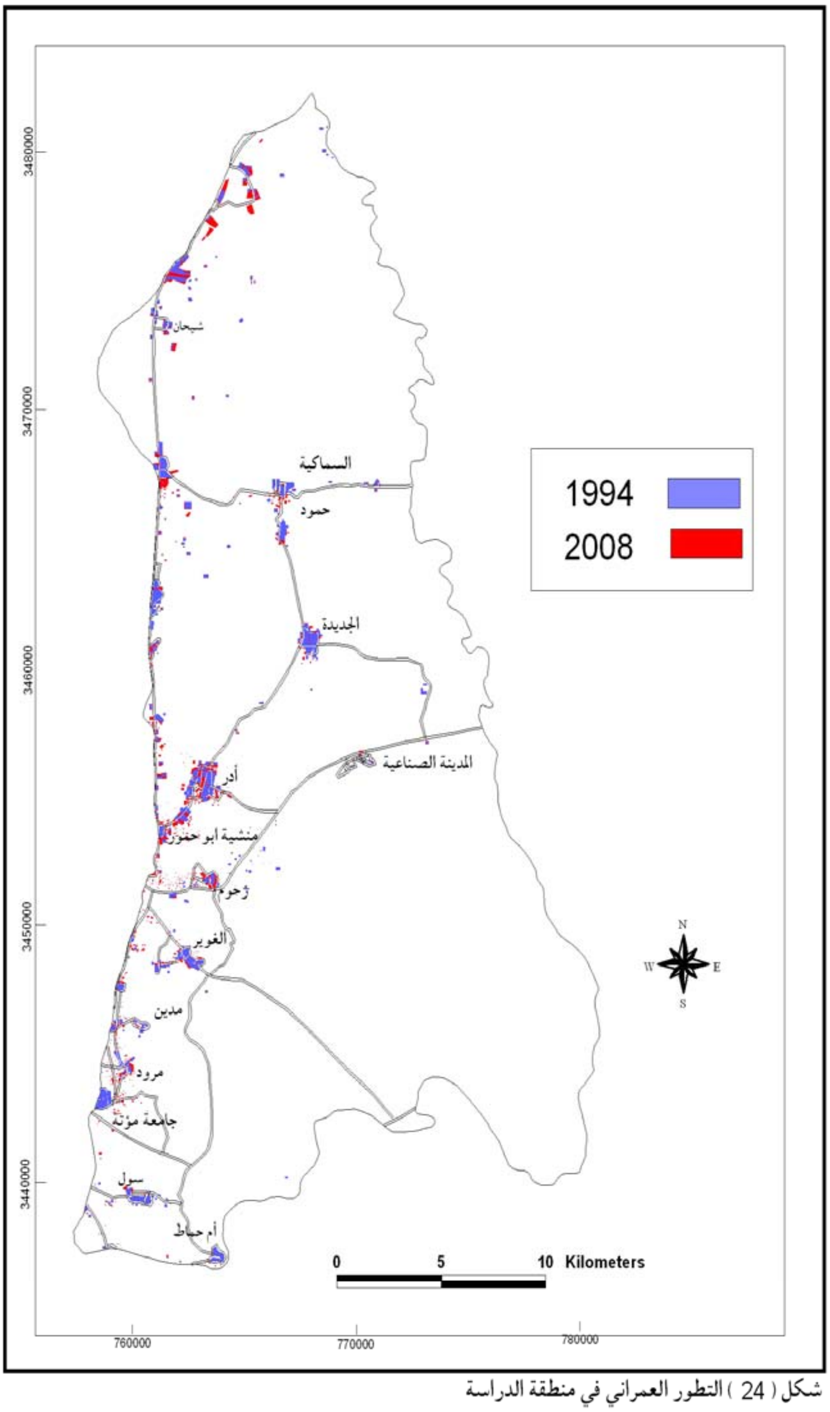
لذا نجد أن معظم التجمعات السكانية في منطقة الدراسة ظهرت علـى امتـداد الطريق الرئيسي الذي ربط جنوب الأردن بالعاصـمة عمـان عـن طريـق وادي الموجب بالإضافة إلى وجود الظهير الزراعي إلى الشرق من التجمعات الـسكانية، ولم يشذ عن هذه القاعدة إلا من كان يعتمد على تربية الأغنام حيث اسـتقر علـى الحافة الشرقية للمناطق الزراعية وبالقرب من مناطق الرعي وتمثلها بلدة الجديـده وأم حماط وسول أو من ابتعد بسبب الإخـتلاف بالعـادات ويمثلهـا بلـدة حمـود والسماكيه.

لقد أوجد التوسع العمراني وما رافقه من قطاعات أخرى وطرق المواصـلات مساحات من الأسطح الغير نفاذه (الكتيمه) التي ساهمت في زيادة الجريان السطحي وسرعة وصولها إلى المجاري المائية، حيث أن هذه المساحات توجد في المنـاطق المرتفعة من منطقة الدراسة وذات أعلى معدلات أمطار في منطقة الدراسة.

ونلاحظ من خلال ما سبق بان النشاط البشري في منطقة الدراسة ساهم بشكل كبير في زيادة الجريان السطحي من خلال القضاء على معظـم الغطـاء النبـاتي واستبداله بالزراعة أو الرعي الجائر أو من خلال زيـادة الأسـطح الغيـر نفـاذه (الكتيمه) وهذا بدوره يودي إلى زيادة الإنتاج المائي في منطقة الدراسة.

وقد أشارت دراسة (RAM.2002) بأن الجريان السطحي يزداد مع انخفـاض الغطاء النباتي، حيث أجرى دراسته في الهند بمنطقة حـوض Kailana، وصـنف الغطاء النباتي حسب اسـتعمال الأرض بـأن المنـاطق الفقيـرة جـداً بالأشـجار والشجيرات very poor cover of trees and shrubs هي أعلى المناطق فـي إنتـاج الماء السطحي High runoff generated، وكـذلك أشـار (Mather, 1986 ) بـأن استبدال الغطاء النباتي بالزراعة يودي إلى زيادة سرعة الجريان السطحي وإنتـاج

الرواسب، حيث أجرى دراسة على إقليم وسط اتلاتنك، وأظهرت الدراسة بأن اقـل نسبه جريان وإنتاج رواسب في مناطق الغابات (Forsts) واكبر نسبه جريان وإنتاج للرواسب في مناطق المراعي والتحطيب woods and grazing والمناطق الزراعية، حيث قارن بين الأنواع الزراعية في عدة أقاليم، وأوضح بان زراعـة الـذرة فـي منـاطق انحـدارها 3.68% فـي منطقـة ميـسوري أنتجـت 49.5 طـن مـن الرواسب/هكتار، بينما في مناطق الغابات وعلى درجة إنحدار 20% كـان إنتـاج الرواسب 3. طن/ هكتار.




شكل ( 24 ) التطور العمراني في منطقة الدراسة

# الفصل الثالث

## خصائص الأحواض المائية في منطقة الدراسة

### 1.3 الخصائص الشكلية للأحواض المائية:

لشكل الحوض تأثيراً كبيراً على كمية جريان مياه السيول التي تصل إلى المجرى الرئيسي بعد فترة زمنية معينة من هطول الأمطار، وترتبط الخصائص الشكلية للأحواض المائية باستجابتها للعوامل البنائية الجيولوجية التي أثرت بها في العصور الماضية، من إلتواءات وجبال ومنخفضات، بالإضافة إلى عوامل التعرية التي تركت فيه أثار واضحة على مر العصور. ( الرفاعي، 1989)

وتوصف أشكال الأحواض المائية بأشكال هندسية متعددة، حيث يقترب شكل الحوض المائي من الشكل المستطيل أو المثلث أو المستدير، ولكل شكل من هذه الأشكال الهندسية له تأثير مختلف على تصريف المياه وسرعة وصولها إلى المصب. فعندما يميل شكل الحوض المائي إلى الشكل المستطيل، فان موجات الفيضان تأتي متعاقبة من أقرب جزء من المصب الرئيسي إلى أبعد جزء في الحوض، وكذلك تحتاج موجات الفيضان إلى فترة زمنية طويلة للوصول إلى المصب، بالإضافة إلى أن العاصفة المطرية قد لا تغطي كل مساحة الحوض، وإذا حدث وكانت العاصفة المطرية قوية وغطت كامل مساحة الحوض المائي فان قمة الفيضان ستظهر بعد ساعات طويلة من حدوث العاصفة المطرية، وكذلك يستمر الفيضان لساعات طويلة بعد توقف العاصفة المطرية (جبوري، 1988).

أما الشكل الدائري فان العاصفة المطرية تغطي الحوض المائي في فتره قصيرة، ويحدث استجابة سريعة للجريان السطحي حيث يصل الفيضان ذروته في فترة قصيرة وبنفس الوقت ينتهي الفيضان مباشرة مع انتهاء العاصفة المطرية، أما شكل المثلث فله حالتان، الحالة الأولى إذا كان المصب يشكل رأس المثلث ففي هذه الحالة ينطبق عليه حالة الشكل المستطيل، الحالة الثانية عندما تمثل قاعدة المثلث منطقة المصب ففي هذه الحالة تكون ذروة الفيضان سريعة وقوية وتشابه حالة الشكل الدائري ( المومني، 1997 )

**معامل شكل الحوض Basin form factor**

ويعد هذا المعامل مقياساً للعلاقة بين عرض الحوض وطوله، ويعبـر عنـه بالمعادلة التالية ( جبوري، 1988 )

معامل شكل الحوض = مساحة الحوض / كم$^2$ ( طول الحوض /كم)$^2$

ويقاس شكل الحوض بالنسبة إلى الشكل المثلث بحيث كلما اقتربت قيم معامل شكل الحوض من الصفر كلما اقترب من شكل المثلث وكلما ابتعـدت القـيم عـن الصفر ابتعد شكل الحوض عن شكل المثلث (المومني، 1997 )

وبتطبيق هذه المعادلة على الحوض الجنوبي الغربي لوادي الموجب والأحواض الفرعية خريطة ( 26 )، أظهرت النتائج أن معامل شـكل الحـوض للأحـواض الفرعية، وادي البالوع 21.0 وادي نخيله 27. 0، وادي اللجـون 42. 0، وادي الدكاكين 36. 0، وللحوض الفرعي الرئيسي 29. 0.

وتظهر النتائج أن حوض وادي البالوع هو أقرب الأحواض إلى الشكل المثلث يليه حوض وادي نخيله، لذا فان التصريف المائي يبلغ الذروة بعد فتره قصيرة مـن سقوط الأمطار في هذين الحوضين، ويلاحظ اثر قوه التصريف من خـلال عمـق المجاري الرئيسة وكثافة الجلاميد الصخرية على مخارج هذه الأودية عند التقاءهـا مع المجرى الرئيسي. شكل (25)



**شكل ( 25 )**

**الجلاميد الصخرية على مخرج وادي البالوع**

أما حوض وادي الدكاكين الذي يأتي بعد حوض وادي نخيله ويليـه حـوض وادي اللجون فقد ابتعدا عن الشكل المثلث، مما يـرجح تـأخير وصـول موجـات الفيضان بالمقارنة بوادي نخيله والبالوع. أما الحوض الغربي الرئيس، فهـو يبتعـد قليلاً عن الشكل المثلث لذا فان موجات التصريف تأتي متلاحقة من الروافد الغربية، وذلك لأن المجرى الرئيس يمتد على طول الحافة الشرقية للحوض الغربي والروافد العليا المتمثلة في حوض وادي الدكاكين وحوض وادي اللجون التي تتجه من الغرب إلى الشرق والشمال الشرقي، فان موجات التصريف تأتي متلاحقة، حيـث تـصل موجات التصريف من وادي البالوع ونخيله أولاً ثم يليه وادي اللجـون ثـم وادي الدكاكين.

ويلاحظ اثر شدة التصريف من الأحواض الغربية علـى نوعيـة الرواسـب المنقولة مع الفيضانات، حيث تظهر الفيضانات بوادي الموجب باللون الأحمر الأمر الذي يشير إلى منطقة حدوث الفيضان أو النسبة العظمى منه، وبما أن لون الرواسب يعكس نوعية التربة الذي حدث بها الفيضان، وإن هذه التربة الحمراء محـصورة فقط في الأجزاء الغربية لحوض وادي الموجب، فهـذا يوصـلنا إلـى أن معظـم الفيضانات تأتي من الأجزاء الغربية لحوض وادي الموجب.

**نسبة الإستطالة Elongation Ratio**

وتصف نسبة الإستطالة إمتداد مساحة الحوض النهـري بمقارنتهـا بالـشكل المستطيل وتحسب عن خلال المعادلة التالية. ( جبوري، 1988 )

$$\text{نسبة الإستطالة} = \frac{1.128 * \sqrt{\text{مساحة الحوض}}}{\text{طول الحوض}}$$

تتراوح قيمتها ما بين صفر – 1، فكلما ارتفعت نسبة الاستطالة يقترب شكل الحوض من الشكل المستطيل، وكلما انخفضت قيمة هذه النسبة ابتعد شكل الحـوض عن الشكل المستطيل.

وبعد تطبيق هذه المعادلة تبين ميل حوض وادي اللجون إلى الاسـتطالة مـع نسبة بلغت 72. 0، يليه حوض وادي الدكاكين بنسبة 0.68، في حين ابتعد حـوض

وادي نخيله عن الشكل المستطيل بنسبة 0.62 وتعـد هـذه الأحـواض متوسـطه الاستطالة، أماحوض وادي البالوع فيعد أكثر الأحواض ابتعاداً عن الشكل المستطيل بنسبة 0.51

ونلاحظ بان الأحواض الأقرب إلى الشكل المستطيل يـصبح بهـا التـضرس محدود وانحدار الحوض يميل إلى الاعتدال، ويظهر ذلك في حوض وادي اللجـون الذي يعد أكثر الأحواض الفرعية قرباً من الشكل المستطيل مـع نـسبة تـضرس 18.75م /كم، يليه حوض وادي الدكاكين مع نسبة تضرس 19.65 م/كم.

وبناء على قيم نسبة الاستطالة لحوض وادي اللجون والـدكاكين فـان قمـة الفيضان تتأخر في وصولها إلى منطقة المصب بشكل ملموس بسب طول المـسافة وضعف التصريف المائي بسب التسرب والتبخر، وخاصة أن جـزءاً مـن هـذين الحوضين تقع ضمن مناطق التربة البيضاء المختلطة بالرمل والحجارة وهـي مـن النوع ذو النفاذيه العالية، بعكس حوض النخيله والبالوع مع نسب تـضرس 45.33 م/كم، 35.6 م/كم على التوالي وتربة البحر المتوسط الحمراء قليلة النفاذيه لذا فـإن التصريف المائي في هذين الحوضين شديد وجامح.

**نسبة الاستدا ره Circularity Ratio**

وتشير نسبة الاستدارة إلى اقتراب خطوط تقسيم الميـاه التـي تمثـل محـيط الحوض من الشكل الدائري المنتظم وبنفس الطول، فكلما ارتفعت نـسبة الاسـتدارة اقترب شكل الحوض من الشكل الدائري، ويبلغ الحوض أقصى مساحة لـه عنـدما يكون شكل الحوض قد أصبح دائرياً منتظماً، أي أن نسبة الاستدارة تقيس التعرجات في محيط الحوض، وقد يحافظ الحوض على طول محيطه بينما تتعرض مـساحته للنقصان بسب الزيادة في التعرجات، أي أنه إذا انخفضت مـساحته عـن مـساحة الدائرة المنتظمة وبنفس المحيط فهذا يدل أن هناك تعرجات في محيط الحوض أي تداخل خطوط تقسيم المياه مع الأحواض المجاورة. (سلامه 2004 )

وتحسب نسبة الاستدارة من المعادلة التالية: ( جبوري، 1988).

$$\text{نسبة الاستدارة} = \frac{12.57 \times \text{مساحة الحوض}}{\text{مربع محيط الحوض}}$$

وبتطبيق هذه المعادلة على الحوض الغربي والأحواض الفرعية، نلاحظ بأن جميع الأحواض ابتعدت عن الشكل الدائري المنتظم جدول (4)، ويظهـر حـوض وادي الدكاكين اقرب الأحواض إلى الشكل الدائري بنسبة 45 .0، ويأتي بالمرتبـة الثانية وادي البالوع 395. 0، أي أن هذين الحوضين تقل بهما التعرجـات مقارنـه بأحواض اللجون ونخيله، هذا وتتفق الأحواض المائية فـي منطقـة الدراسـة مـع الأحواض المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تنخفض نسبة الاستدارة فيهـا نتيجة لقلة الأمطار، حيث ترتفع بنسبة الإستدارة في الأقاليم المناخية الرطبة بـسبب وفرة الأمطار وارتفاع كمية التصريف لأن الجريان السطحي يصل إلى القمة خلال وقت قصير على عكس الأحواض المستطيلة.

**جدول (4)**

**معامل الشكل ونسبة الإستطالة ونسبة الإستدارة للحوض الغربي والأحواض الفرعية التي يتشكل منها**

| الأحواض النهرية | مساحة الحوض كم$^2$ | طول الحوض كم | محيط الحوض كم | معامل الشكل | نسبة الإستدارة | نسبة الإستطالة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| البالوع | 121 | 24 | 62 | .21 | .395 | .51 |
| النخيله | 69 | 15 | 53 | .27 | .31 | .62 |
| اللجون | 108 | 16 | 70 | .42 | .28 | .72 |
| الدكاكين | 306 | 29 | 92 | .36 | .45 | .68 |
| الغربي | 604 | 46 | 140 | .29 | .39 | .60 |

## 2.3 الخصائص التضاريسية للأحواض المائية

أن الخصائص التضاريسية للأحواض النهرية تكتسب أهميتها من خلال ألقائها الضوء على عمليات الحت النهري، فالأحواض المائية التـي تـسودها الـصخور الصلبة تكون اشد تضرساً وانحداراً من الأحواض التي تسودها صخور هشة، كذلك فان الصفات البنائية والحركات التكتونية تؤثران بشكل فعال فـي بيئـة الحـوض

النهري، فالإرتفاع التكتوني في بيئة المنابع النهرية أو الهبوط في مناطق المصب، فلهما دوراً كبيراً في زيادة التضرس ودرجة الانحدار والوعورة.

وقد تنشأ علاقة عكسية بين التضرس ومساحة الحوض النهري، أي انه كلما اتسعت مساحة الحوض النهري يقل تضرس الحوض النهري، وبالتالي ينعكس ذلك على الكثافة التصريفية، أما زيادة التضرس ووعورة السطح تودي إلى زيادة الكثافة التصريفية والتكرار النهري، بالإضافة إلى تعميق المجاري المائية والتصريف المائي الكبير الذي يترتب عليه تزايد قدرة الحوض النهري على نقل الرواسب ومساحة النقل الرسوبي. (سلامه 2004 ).

**نسبة التضرس**

وتعد من أهم خصائص الحوض التضاريسية، ويقصد بها الفرق بين أعلى واخفض نقطه في الحوض بالنسبة لطول الحوض المحوري، الذي يقصد به أقصى طول الحوض من المصب إلى ابعد نقطة من المنابع.

وتستخرج نسبة التضرس من خلال المعادلة التالية (سلامه، 2004 ).

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{أعلى نقطة/م} - \text{أدنى نقطة/م}}{\text{طول الحوض / كم}}$$

ويعد تطبيق هذه المعادلة على الحوض الغربي والأحواض الفرعية التي يتشكل منها، يظهر التفاوت الواضح بين حوضي وادي البالوع ونخيله في الجزء الشمالي من الحوض الغربي لوادي الموجب وحوضي وادي أم الدكاكين واللجون في الجزء الأوسط والجنوبي من الحوض الرئيسي جدول رقم (5)، حيث يظهر حوض وادي النخيله الأشد تضرساً من الأحواض الفرعية بنسبة 45.33 م /كم ويعود ذلك لشدة التضرس البالغة 680م، وصغر طول الحوض البالغة 15كم.

ويأتي بالمرتبة الثانية حوض وادي البالوع بنسبة تضرس 35.6 م/كم، وعلى الرغم من أن شدة التضرس لحوض البالوع أكبر من وادي نخيله والتي تبلغ 855م، إلا أن عامل الطول هو الذي جعل وادي نخيله أكثر تضرساً، حيث بلغ طول حوض وادي البالوع 24كم بفارق 9 كم عن حوض وادي النخليه. بالإضافة إلى عامل

الطول هنالك عامل المساحة، حيث بلغت مساحة حوض البالوع 121 كـم$^{2}$، بينمـا حوض وادي نخيله 69 كم$^{2}$.

لذا نجد أن هذين الحوضين لها مجاري مائية عميقة وتصريف مـائي كبيـر، ويمتلكان قدرة عاليه على نقل الرواسب من المنابع إلى أرضية سد وادي الموجب.

أما حوض وادي اللجون والدكاكين، فقد تدنت فيها نسبة التـضرس، وبلغـت 18.75 م/كم، 19.65م/كم على التوالي، وذلك عائد إلى عوامل المساحة والتضرس وطول الحوض، ففي حوض وادي اللجون انخفضت نسبة التضرس رغم أن مساحة الحوض اصغر من مساحة حوض البالوع، وطول الحوض لا يزيد سوى 5 كم عن حوض البالوع، إلا أن العامل الحاسم كان التضرس البالغ 300متر فقط.

أما حوض وادي الدكاكين فقد أدت جميع العوامل لخفض نسبة التضرس، حيث يعد اكبر الأحواض مساحة 306 كم2، وأكثرها طولاً 46كم، وعامل التضرس رغم بلوغه 621م إلا أن جزء كبير من الحوض ينحصر بين خطـي كنتـور 1000-690م

ومن خلال ما سبق تظهر أحواض اللجون والدكاكين بأنهما اقـل قـدرة علـى التصريف المائي ونقل الرواسب، مما يدل على أنها أكثر نضج من حوضي البالوع والنخيله ولكن أذا قورنت مع الأحواض الشرقية لحوض وادي الموجب (السلطاني، القطرانة، السواقة ) والتي تبلغ نسب التـضرس بهـا ( 10.1م/كـم، 3.92م/كـم، 5.88م/كم ) على التوالي.(المومني، 1997)، فإنها تعد ذات تصريف كبير وقادرة على نقل الرواسب بشكل اكبر من الأحواض الشرقية، لذا فـان الحـوض الغربـي لوادي الموجب هو الجزء الذي يعتمد عليه في تغذية سد وادي الموجب.

**جدول قم ( 5 )**

**نسبة التضرس للحوض الغربي والأحواض الغربية التي يتشكل منها**

| الأحواض النهرية | أعلى نقطة للحوض م | أدنى نقطة للحوض م | طول الحوض كم | نسبة التضرس م/كم |
|---|---|---|---|---|
| **البالوع** | **1015** | **160** | **24** | **35.6** |
| **النخيله** | **880** | **200** | **15** | **45.33** |
| **اللجون** | **980** | **680** | **16** | **18.75** |
| **الدكاكين** | **1260** | **690** | **29** | **19.65** |
| **الغربي** | **1260** | **160** | **36** | **23.91** |

### 3.3 خصائص الشبكة المائية Drainage Networks

**كثافة التصريف المائي Drainage density**

وتعد كثافة التصريف في الحوض النهري انعكاساً للظروف البيئية التي تسود الحوض النهري، وترتبط بالمرتبة الأولى بطبيعة المناخ السائد وخاصة عنـصر المطر، حيث ترتفع كثافة التصريف بالمناطق التي تسقط عليها كميات أمطار عاليه وتنخفض في المناطق ذات الأمطار القليلة، إذا كانت البيئات متشابه بأنواع الصخور ودرجة الانحدار والعوامل الأخرى، أي أن كثافة التصريف للحوض النهري تعكس أثر المناخ والصخور والتضاريس والغطاء النباتي. ( سلامه، 1980).

وتم استخراج كثافة التصريف المائي من المعادلة التالية: (جبوري، 1988 )

**كثافة التصريف المائي = <u>مجموع أطوال الشبكة المائية /كم</u>**

**مساحة الحوض /كم$^2$**

لقد تباينت الكثافة التصريفية للأحواض الفرعية للحـوض الجنـوبي الغربـي لوادي الموجب خريطة (27)، حيث أظهرت النتائج أن أعلى كثافة تصريف تمثلت في حوض ووادي نخيله وبلغت 4.58 كم/كم$^2$ وهذه النسبة أقل من المعـدل العـام للكثافة التصريف في أحواض الصخور الغرانيتيه في جنوب الأردن البالغـة 5.53 كم/كم$^2$ (سلامه، 2004) وكذلك انخفضت الكثافة التصريفية لحوض وادي الدكاكين

إلى 2.1 كم/كم$^2$ وهي أقل من المعدل العام لأحواض الصخور الجيرية والتي تبلـغ 4.97كم/كم$^2$، ويعود الانخفاض الكبير في كثافة التصريف لحوض وادي الـدكاكين إلى انخفاض نسبة التضرس ومساحة الحوض الكبير، بعكس حـوض وادي نخيلـه الذي يتصف بصغر مساحته وارتفاع نسبة التضرس به، وقد اتجهت أحواض وادي اللجون والبالوع بكثافتها التصريفية إلى دون المعدل العام لكثافـة التـصريف فـي أحواض الصخور الغرانيتية والجيرية، إلا أن حوض ووادي البالوع يأتي بالمرتبـة الثانية في كثافة التصريف التي تبلغ 3.18 كم/كم$^2$.

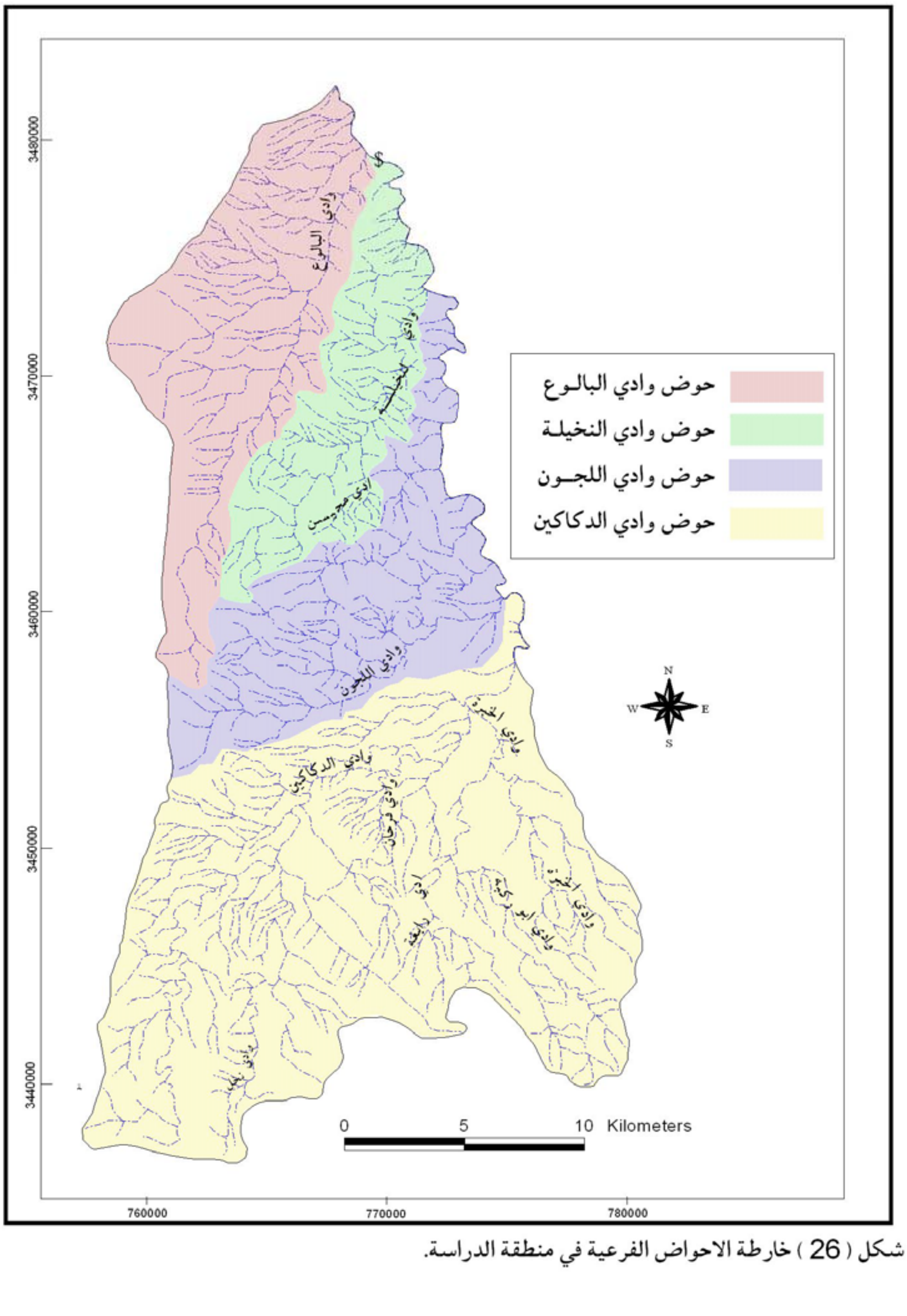
وقد أظهرت معظم الدراسات الكمية التي درست خصائص الـشبكة المائيـة، بان الكثافة التصريفية ترتبط بعلاقة طردية مع نسبة التضرس والتكـرار النهـري، وبعلاقة عكسية مع مساحة الحوض المائي. (سلامه،2004 ).

**التكرار النهري Stream frequency**

وتعبر عن عدد الأنهار في وحـدة مـساحة حـوض التغذيـة وقـد اقتـرح (straler.1958 ) المعادلة التالية ( سلامه، 1980 )

$$\text{التكرار النهري} = \frac{\text{عدد المجاري المائية}}{\text{مساحة الحوض}}$$

وقد بلغ معدل التكرار النهري بعد تطبيق هذه المعادلة على الحوض الجنـوبي الغربي لوادي الموجب 4.26 مجرى مائي/كم$^2$، وهي نسبه متدنية إذا قورنت مـع معدل التكرار النهري للأحواض المائية في الأردن والتي أشار لها سلامة (1980) وبلغت 11.39 مجرى مائي/كم$^2$، أما الأحواض الفرعية فقد وجد أن حوض ووادي نخيله الذي يعد أصغر الأحواض مساحة هو أعلى الأحواض المائيـة فـي منطقـة الدراسة تكراراً نهرياً بلغ 5.92 مجرى مائي /كم$^2$ واقل الأحواض الفرعية تكـراراً نهرياً حوض ووادي الدكاكين 3.57 مجرى مائي /كم$^2$، ويظهر من خلال الجـدول (6) أن الأحواض الأكثر تضرساً ووعورة والاقل مساحة يكـون معـدل التكـرار النهري لها اكبر من الأحواض النهرية التي يقل بها التضرس والوعـورة وتكـون مساحته كبيرة وهذا ماأشار له (سلامة، 2004) بان التكرار النهري يرتبط بعلاقـة طردية مع نسبة التضرس وعكسية مع مساحة الحوض.




شكل ( 26 ) خارطة الاحواض الفرعية في منطقة الدراسة.

**جدول رقم ( 6 )**

**التكرار النهري والكثافة التصريفية للحوض الغربي لوادي الموجب والأحواض الفرعية**

| الأحواض النهرية | مجموع طول المجاري المائية | مساحة الحوض | عدد المجاري المائية | التكرار النهري | كثافة التصريف |
|---|---|---|---|---|---|
| البالوع | 462 | 121 | 587 | 4.85 | 3.81 |
| النخيله | 316 | 69 | 409 | 5.92 | 4.58 |
| اللجون | 386 | 108 | 489 | 4.52 | 3.57 |
| الدكاكين | 638 | 306 | 1094 | 3.57 | 2.1 |
| الغربي | 1802 | 604 | 2579 | 4.26 | 2.98 |

**معامل الانعطاف Inflection factor**

ويقصد به نسبة الطول الحقيقي للمجرى المائي إلى الطـول الفعلـي. وتطبـق المعادلة التالية لإستخراج معامل الانعطاف. (جبوري،1988)

$$\text{معامل الإنعطاف} = \frac{\text{طول المجرى الفعلي}}{\text{طول الحوض}}$$

ويظهر أثر معامل الانعطاف على احتمالات التسرب والتبخـر، حيـث يقـل التبخر والتسرب كلما قلت درجة الانعطاف، الذي يدل على إقتراب المجرى النهري من الإستقامة الذي تساهم بدورها بسرعة الجريان ووصول ميـاه الحـوض إلـى المصب في فترة زمنية قصيرة (جبوري، 1988).

وبعد تطبيق المعادلة على الحوض الجنوبي الغربي لوادي الموجب والأحواض الفرعية التي يتشكل منها، يظهر من الجدول رقم (7) درجة الإنعطـاف للحـوض الرئيسي والأحواض الفرعية، حيث تبين بأن وادي البالوع هو أقرب الأودية الفرعية للأستقامة وبلغ معامل الإنعطاف له 1.08 يليه وادي اللجون ونخيله بنـسب بلغـت على التوالي 1.20، 1.24 وقد ظهر وادي الدكاكين بأنه الوحيد الذي إرتفعـت بـه درجه الانعطاف، والتي فاقت المعدل العام للحوض الغربي البالغ 1.54.

**جدول رقم (7)**

**معامل الانعطاف للحوض الغربي والأحواض التي يتشكل منها**

| الأحواض النهرية | الطول الفعلي كم | طول الحوض كم | معامل الانعطاف |
|---|---|---|---|
| **البالوع** | **25.8** | **23.88** | **1.08** |
| **النخيله** | **19.62** | **15.74** | **1.24** |
| **اللجون** | **18.9** | **15.74** | **1.2** |
| **الدكاكين** | **46.3** | **29.54** | **1.56** |
| **الغربي** | **71.2** | **36.07** | **1.54** |

وتعد الأحواض الفرعية باستثناء وادي الدكاكين والتي تصنف ضـمن الأوديـة المستقيمة مما يسهل سرعة موجات الجريان السطحي فـي هـذه الأحـواض إلـى المصب مع انحسار في كميات التبخر والتسرب، أما وادي الدكاكين فإنـه يـصنف ضمن الأودية المتوسطة الاستقامة وبالتالي تكون الفترة الزمنية اللازمـة لوصـول موجات التصريف إلى المصب أطول من بقية أودية الحوض الغربي، وكذلك فـإن كمية المياه التي تتسرب إلى الأحواض المائية وكميات التبخر تكون أعلى من بقيـة أجزاء الحوض الغربي لوادي الموجب.

ومما سبق نجد أن خصائص الحوض الجنوبي الغربي لوادي الموجب، الشكلية والتضاريسية والمائية قد أوضحت أن الحوض الغربي يتصف بخصائص تؤهله بأن يكون الجزء الأهم في الإنتاج المائي السطحي الذي يعتمد عليه في حـوض ووادي الموجب.

فمن الناحية المساحية الشكلية وعلى الرغم من وجود علاقة طرديـة مـابين المساحة الحوضية وكمية التصريف المائي وإنتاج الرواسـب، حيـث أن ضـخامة المساحة للحوض المائي تعني زيادة كميات الأمطار المساحية الذي يودي إلى زيادة الفائض المائي الذي يؤدي بدوره إلى كمية تصريف مائي كبيرة، ولكن ليس دائمـاً تكون مساحة الحوض الكبيرة هي المؤثرة فقط في كمية التصريف المـائي، ففـي منطقة الدراسة يودي المناخ الدور الأكبر في كمية التـصريف حيـث يقـع 13% (600 كم$^2$ ) من مساحة حوض وادي الموجب فوق خط المطر المتساوي 200ملم،

وما تبقى من مساحته البالغة (3966 كم$^2$ )،التي تشكل 87% هي دون خط المطـر 200ملم بل أن معظم هذه المساحة تقل عن 100ملم.

وقد لا يفسر اتساع مساحة الأحواض المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة، بأنها تطورت نتيجة للمناخ السائد، ولكن قد تكون تطورت خلال ظـروف مناخيـة قديمة، لذا تظهر علاقات عكسية ما بين المساحة الحوضـية فـي الأردن وكميـة الأمطار الهاطلة، حيث نجد أن معظم الأحواض المائية الكبيرة تقع فـي المنـاطق الجافة والأحواض الصغيرة تقع في المناطق الأكثر رطوبة.(سلامة،2004 ).

كما أن الخصائص الشكلية للحوض الجنوبي الغربي والأحواض الفرعية التـي تشكل منها ابتعدت عن الشكل المستطيل ذو التـصريف المـنخفض مقارنـة مـع الأحواض الشرقية السلطاني، القطرانة، سواقة مما جعلها قادرة على الانتاج المـائي السطحي بشكل اكبر من الحوض الشرقي، وخاصة مع الاخـتلاف المنـاخي لكـلا الحوضين.

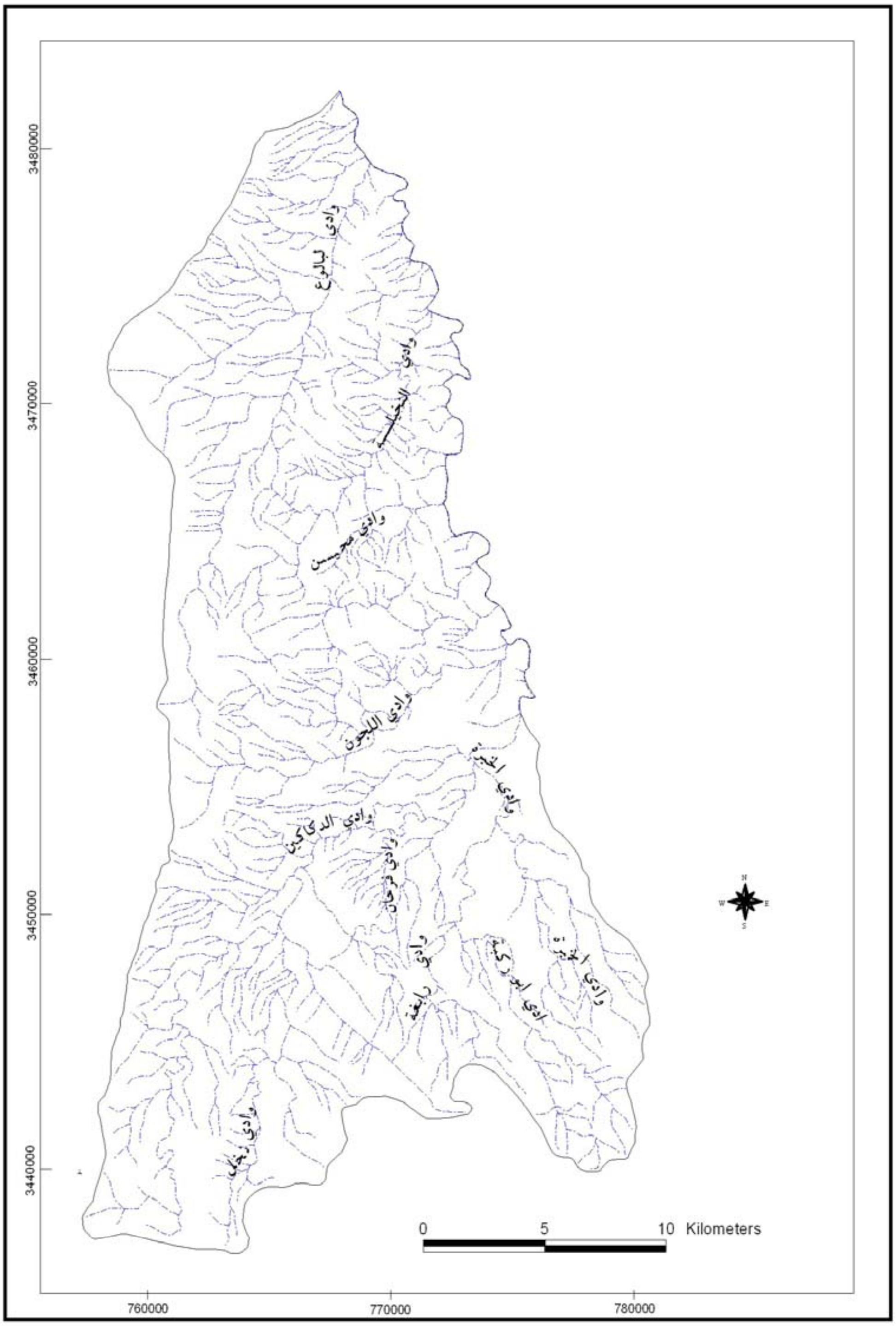
وقد ميزت الخصائص التضاريسية الحوض الجنوبي الغربي لوادي الموجب بشكل أكثر وضوحاً عن الحوض الشرقي، حيث انخفضت نسبة التضرس في الحوض الشرقي بشكل كبير، (السلطاني 5.89 م/كم، القطرانـي 3.92م/كـم، سـواقة 10.1م/كـم ). (المومني،1997) ومن خلال هذه النسب يظهر مقدار ضألة مساهمة الحوض الـشرقي في كمية الانتاج المائي، التي يفقد معظمها بالتبخر والتسرب، إلا في حالات اسـتثنائية عندما تكون العواصف المطرية قوية وتستمر لعدة أيام، وخـلال العواصـف الحمليـة الشديدة.

كما أن الصخور الصلبة البازلتية التي تسود في أحواض البالوع ونخيله سـاهمت بشكل كبير في زيادة نسبة التضرس للحوض الغربي وزيادة درجة الانحدار، كمـا أن الارتفاع الكبير في منابع الحوض الجنوبي الغربي الذي يبلغ 1260م أدت إلـى زيـادة الانتاج المائي مقارنة مع الحوض الشرقي الذي لا يتجاوز ارتفاعه 95 م.

أما خصائص الشبكة المائية في الحوض الجنوبي الغربي فهـي نتـاج الظـروف المناخية والتضاريسية والشكلية بالاضافة إلى العوامل البشرية، حيث تـؤثر الظـروف المناخية بشكل كبير في تباين خصائص الأمطار، من حيث تركيزها وكميتها وتكرارها

وتعد الأمطار مصدر التصريف المائي فـي الحـوض النهـري، وغـزارة الأمطـار وتكرارها تودي إلى زيادة طول المجاري المائية وإعدادها بالاضافة إلى زيادة الكثافـة التصريفية للحوض المائي.

ونلاحظ بان الشبكة المائية للحوض الجنوبي الغربي أكثر كثافة وتكرار نهري من الحوض الشرقي حيث اقتربت كثافة التصريف للحوض الجنوبي الغربي مـن المعـدل العام في الأردن، بينما ابتعدت كثيرا كثافة التصريف للحوض الشرقي، كما سـاهمت الخصائص التضاريسية من حيث الإرتفاع ونوع الصخور في صناعة شبكة مائية كبيره مقارنة مع الحوض الشرقي.




شكل ( 27 ) الشبكة المائية في منطقة الدراسة

# الفصل الرابع

# تحليل بيانات الامطار في منطقة الدراسة

## 1.4 تقدير حجم الأمطار الهاطله على منطقة الدراسه

إن تقدير حجم الأمطار في الأحواض النهريه ذات أهميه كبيره لأي اسـتثمار أو تطوير أو استغلال للحوض النهري، ولابد من إجراء الدراسـات اللازمـه لأي مشروع قبل البدء به للوقوف على المعطيات وخصائص الحوض النهري وملائمته لإقامة المشروع، وأحد أهم العناصر الذي يجب معرفته حجم الأمطار التي تهطـل على الحوض النهري.

ولتقديرحجم الأمطار في منطقة الدراسه تم الاستعانه ببيانات الأمطار اليوميـه للمحطات المناخيه في منطقة الدراسه وعددها ست محطات ولمدة 37 سنه مائيـة، واستخراج المعدلات السنويه للمحطات المناخيه المدروسه وهي ( القصر، الربـه، الكرك، المزار، حمود، الجديده )، وتوضح الخريطه رقم (28) مواقـع المحطـات المناخيه في منطقة الدراسه.

وقد تم استخدام طريقتين لتقدير حجم الأمطار في منطقة الدراسه، وسيتم تناول كل طريقه بالتفصيل:

**الطريقه الأولى**: **طريقة مضلعات ثيبسين Thiessen polygon method**

وتعتمد هذه الطريقه على التمثيل المساحي لكل محطه مناخيـه والتـي توضـحها الخريطه رقم (28)، ويمكن تقدير حجم الأمطار بطريقة ثيبسين بعمليتين حـسابيتين

**العملية الاولى**:

1- استخراج العامل الموزون weighting factor وهو النسبه المئويه التي تمثلهـا مساحة المحطه المناخيه بالنسبه إلى المساحه الكليه للحوض.

ولايجاد معدل هطول الأمطار على منطقة الدراسه استعملت الخطوات التاليه:

أ- تحديد مواقع المحطات المناخيه على الخريطه.

ب- إيصال المحطات المناخيه المتجاوره بخطوط مستقيمه.

ج- ثم نقيم أعمده في منتصف الخط الواصل بين المحطات إلى أن تلتقي هذه الأعمده مع بعضها مكونه مضلعاً حول كل محطه مناخيه.

د- تحسب مساحة المضلع لكل محطة داخل الحوض النهري.

ه- تحسب نسبة المضلع من مساحة حوض النهر.

و- معدل الهطول لكل محطه يضرب بالجزء الموزون من مساحة حوض النهر. والفرق بين العمليتين أن عملية العامل الموزون تعطي معدل الهطول الكامل لمساحة الحوض النهري، أما العمليه المباشره تعطي حجم الأمطار الهاطله على الحوض النهري.

ويوضح الجدول التالي العمليه الحسابيه لمعدل الهطول بطريقة العامل الموزون:

**جدول (8)**

**حساب معدل الهطول بطريقة مضلعات ثييسين (العامل الموزون)**

| المحطه | معدل الأمطار (ملم) R | مساحة المحطات المناخيه (كم2) A | العامل الموزون W | المطر الموزون ملم 100/(R× W) |
|---|---|---|---|---|
| القصر | 305.9 | 84.35 | %13.95 | 42.673 |
| الربه | 337.8 | 48.84 | %8 .08 | 27.294 |
| حمود | 246.2 | 95.94 | %15.87 | 39 .071 |
| الكرك | 339.1 | 16.63 | %2.7 | 9.155 |
| الجديده | 169 | 224.65 | %37 | 62.53 |
| المزار | 284.6 | 133.59 | %22.1 | 62.896 |
| | | 604 | %100 | 243.619 |

ويبلغ المعدل العام للأمطار بهذه الطريقه 243.619ملم، ويمكن تقدير معدل حجم الأمطار التي تهطل على منطقة الدراسه كما يلي:

معدل حجم الأمطار السنويه = المعدل العام للمطر الموزون ×مساحة الحوض × $10^6$ / 1000

= 243.619 / 1000 × 604 × $10^6$ = 147.157.056مليون م3/ سنوياً

**العملية الثانية**: ويتم استخراج المعدل العام للأمطار دون استخراج العامل الموزون وتتم عن طريق ضرب معدل الأمطار لكل محطه في مساحة المحطه نفسها ثم تُجمع النواتج من هذه العمليه لكل المحطات وتقسم على المساحه الكليه للحوض، ويوضح الجدول رقم (9) هذه العمليه.

**جدول (9 )**

**حساب حجم الهطول بطريقه مضلعات ثييسين ( بدون العامل الموزون )**

| المحطه | معدل الهطول (ملم) R | مساحة المحطات (كم2) A | معدل الهطول(ملم) R×A |
|---|---|---|---|
| القصر | 305.9 | 84.35 | 25802.665 |
| الربه | 337.8 | 48.84 | 16214.4 |
| حمود | 246.2 | 95.94 | 23620.428 |
| الكرك | 339.1 | 16.63 | 5639.233 |
| الجديده | 169 | 224.65 | 37627.85 |
| المزار | 284.6 | 133.59 | 38019.714 |
| | | 604 | 146924.29 |

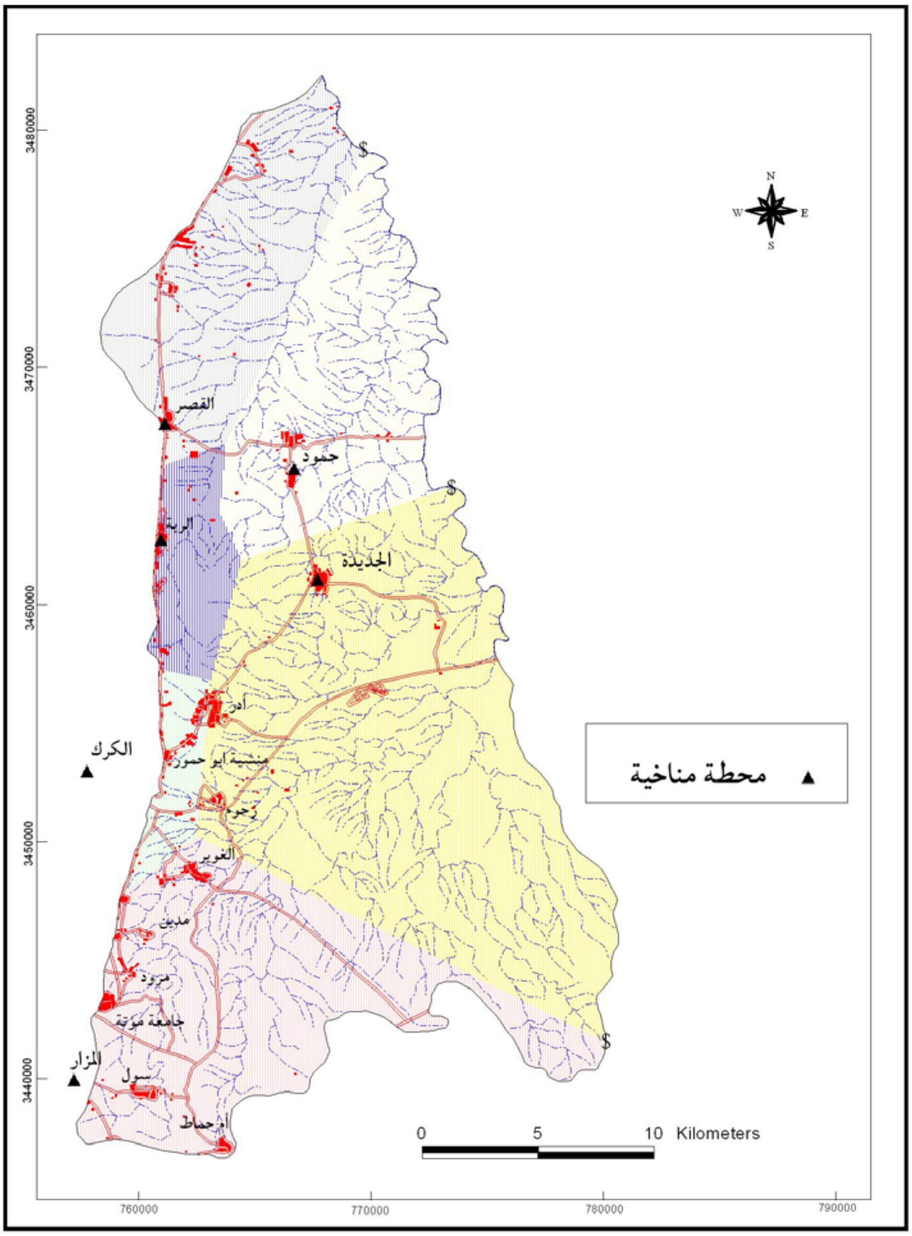
ويمكن الحصول على المعدل العام للهطول بهذه الطريقه كما يلي:

المعدل العام للهطول = مجموع (معدل الهطول (ملم) × مساحة المحطات (كم ) / مجموع مساحة المحطات

$$= \frac{146924.29}{604} = 243.252$$

$$\text{معدل حجم الأمطار السنويه} = \frac{243.252}{1000} \times 604 \times 10^6$$

= 146.924.293 مليون م3/سنوياً




شكل ( 28 ) التمثيل المساحي للمحطات المناخية

**طريقة خطوط المطر المتساوي Isohytal method**

وتعد هذه الطريق أكثر دقه في عملية حساب معدل الهطول على مساحة الأحواض المائيه. وتوضح الخريطه رقم (29) موقع المحطات المناخيه وخطوط تساوي المطر.

ويمكن الحصول أيضاً على معدل الهطول بطريقة العامل الموزون بطريقة خطوط تساوي المطر نقوم بحساب نسبة المساحه بين كل خطين متعاقبين من خطوط تساوي المطر ويضرب في معدل خطي المطر(مركز الفئه) ومجموع هذه النتائج تعطي معدل الهطول على مساحة الحوض النهري ويوضح الجدول التالي عملية حساب معدل الهطول باستخدام العامل الموزون

**جدول ( 10)**

**حساب معدل الهطول بطريقة خطوط تساوي المطر (العامل الموزون )**

| فئة خطوط المطر | مركز فئة خطوط المطر (ملم) | المساحه بين كل خطين | العامل الموزون | معدل الهطول بين كل خطين (مركز فئة خطوط المطر×العامل الموزون) |
|---|---|---|---|---|
| 300-350 | 325 | 105.57 | %17.478 | 56.803 |
| 250-300 | 275 | 158.89 | %26.306 | 72.341 |
| 200-250 | 225 | 197.74 | %32.738 | 73.660 |
| 150-200 | 175 | 141.80 | %23.476 | 41.083 |
| | | 604 | %100 | 243.887 |

معدل حجم الأمطار السنوي = $\frac{243.887}{1000} \times 604 \times 10^6$

= 147.307.748 مليون م3/سنوياً

اما العملية الحسابيه المباشره يتم الحصول على تقدير حجم الأمطار دون استخراج العامل الموزون، من خلال تحويل وحدات قياس الأمطار والمساحه إلى المتر المربع، ويبين الجدول رقم (11) العمليه الحسابيه.

**جدول (11)**

**معدل حجم الأمطار بطريقة خطوط تساوي المطر**

| فئة خطوط المطر ملم | مركز فئة خطوط المطر (ملم) | المساحه بين كل خطين كم2 | حجم الأمطـار= مركـز الفئـه (م)×المساحه بين كل خطين (م) |
|---|---|---|---|
| 300 -350 | 325 | 105.57 | 34310250 |
| 250 -300 | 275 | 158.89 | 5011975 |
| 200 -250 | 175 | 197.74 | 44491500 |
| 150 -200 | 125 | 141.80 | 17725000 |
| | | 604 | 146646500 |

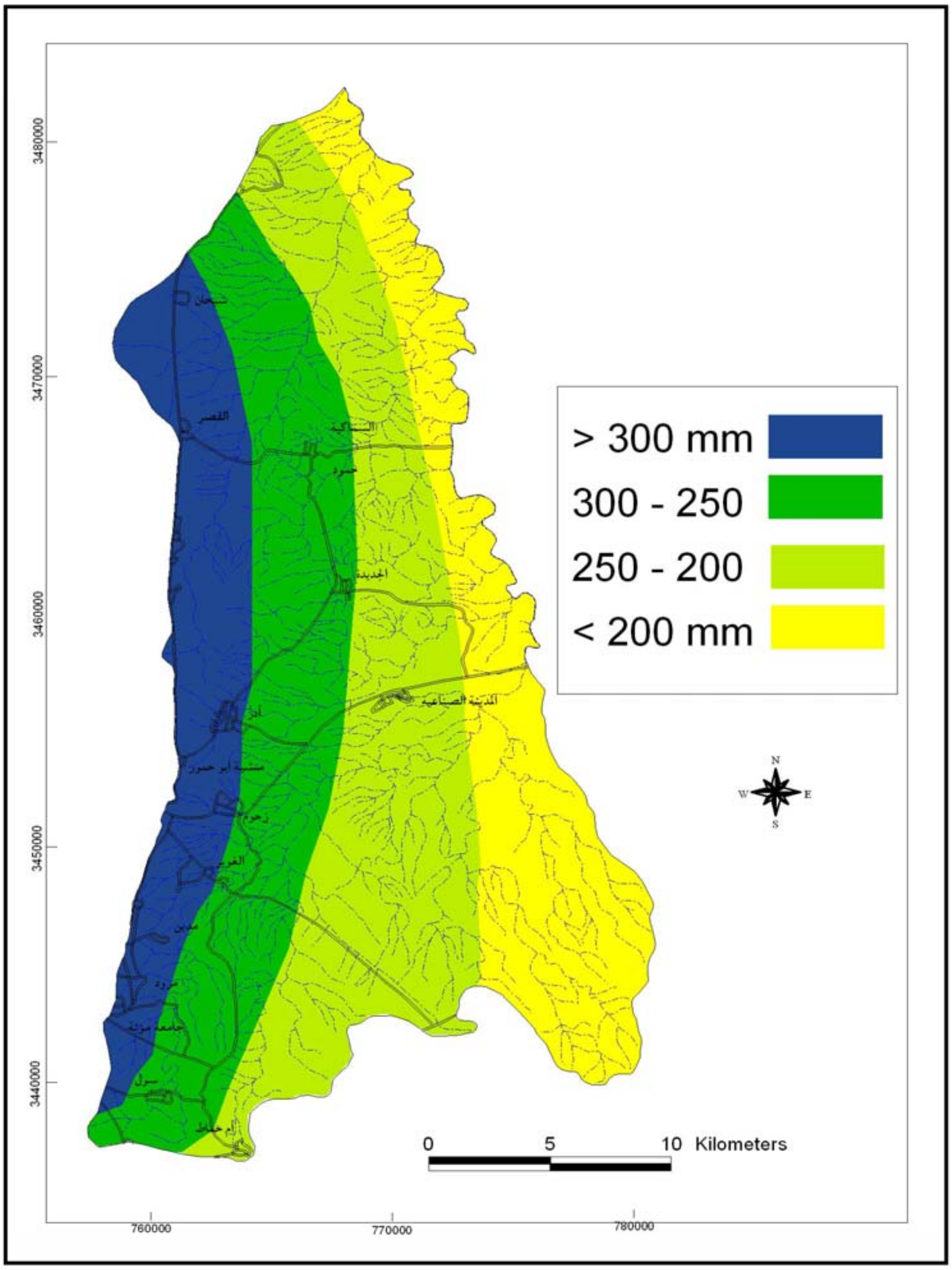
المعدل العام للأمطار = $\frac{146646500}{604000000} \times 1000 = 242.792$

ونلاحظ من خلال ما سبق تقارب في النتائج بين طريقة المضلعات وخطـوط المطر المتساوي، كما نلاحظ التقارب أكبر بين استعمال نفس العمليـه الحـسابيه، فنلاحظ أن معدل المطر باستخراج العامل الموزون في كلا الحالتين الذي بلغ علـى طريقة المضلعات 243.619ملم، وعلى طريقـة تـساوي خطـوط المطـر بلـغ 243.887ملم، اما العمليه االحسابيه المباشره فقد بلغـت الأمطـار علـى طريقـة المضلعات 243.252 ملم، وعلى طريقة تساوي خطوط المطر 242.792.

وتقارب النتائج بهذه الدرجه في الطريقتين السابقتين يعود لتلاشي المـؤثرات الحاده التي تظهر الفرق الكبير في النتائج بين الطريقتين، فعندما تكون طبوغرافيـة الحوض حادة المعالم والتغير في أشكال السطح كبيراً يظهرهنا فرقٌ واضـح بـين الطريقتين، لأن طريقة خطوط المطر تتبع خط كنتوري، بينما طريقـة المـضلعات تأخذ المساحه المربعه للمحطه المناخيه دون اعتبار للطبوغرافيا، كمـا أن توزيـع المحطات له دور كبير في اظهار الفرق في النتائج بين الطـريقتين، لإن المـساحه المتفق عليها علمياً للمحطه الواحده 25كم2 (جبوري،1988) وكلما زادت المـساحه للمحطه المناخيه الواحده عن ذلك سيؤدي إلى نتائج أقل دقه.

وجاءت النتائج متقاربه في منطقة الدراسه لعدم وجود فروقـات كبيـرة فـي السطح، مما أعطى مصداقيه لقياس المحطات المناخيه، كما قلـل إسـتواء الـسطح

تقريباً من الانبعاجات في خطوط المطر المتساوي وكما أن توزيع المحطات المناخيه مقبوله إلى حد ما، بإستثناء الأجزاء الشرقيه فهي بحاجه إلى وجود محطات مناخيه.




شكل ( 29 ) خارطة خطوط المطر المتساوي في منطقة الدراسة

### 2.4 تقدير الإنتاج المائي السطحي (الجريان السطحي )

يشير الانتاج المائي السطحي إلى كل المياه التي تجري على سطح الأرض أو التي تتدفق من خلال الجداول والأنهار، ويحدث الجريان عندما تتجاوز شدة المطـر القدرة الاستيعابية للحوض النهري حيث تتركز كميات كبيره من المياه في الحوض النهري أو في جزء منه وتصبح سرعة الجريان للمياه عاليه ممـا يـسبب حـدوث الفيضان.

فعندما تهطل الأمطار على مساحة الحوض النهري، فإن جزء منهـا يتبخـر ويعود إلى الجو على شكل بخار، وجزء آخر تمتصه النباتات وتلفظـه إلـى الجـو بعملية النتح، ويتبخر جزء آخر على سطح الأرض وأوراق النباتات ( الفاقد البيني ) ويعود هذا الجزء إلى الجو بالتبخر، ويتسرب تحت السطح جزء آخر مـن الميـاه الهاطله وهذا الجزء يقسم إلى أربعة أجزاء:

1- الجزء الأول يعمل على ترطيب التربه ويحجز داخل جزيئات التربه والذي يفقد لاحقاً بعملية التبخر – النتح.
2- الجزء الثاني يحدث بعد تشبع التربه ويسير مع انحدار التربه داخل طبقة التربه نفسها ويظهر على السطح مره أخرى عند حواف المجـاري المائيـه أثنـاء العاصفه المطريه وبعد انتهائها بفتره قصيره قد تمتد يوم أو يومين.
3- الجزء الثالث يحدث متزامناً مع الجزء الثاني بعد تشبع التربه ويتجـاوز طبقـة التربه إلى الطبقه الصخريه، ونوع هذه الطبقه يتحكم في جريان الماء.

بحيث كلما زادت نفاذيتها قل الجريان على سطحها وفي حالة ووجـود طبقـه صخريه كتيمه تجري المياه على سطحها مع الانحدار العام لهذه الطبقه ويظهر على السطح مره أخرى ويعرف بجريان القاعده. ويستمر تدفقه لفتره طويله قد تمتد عدة شهور.

4- الجزء الرابع وهو الذي يتسرب خلال الطبقه الصخريه إلى الأحواض المائيـه الجوفيه أو يحفظ في الطبقات الصخريه نفسها.

**الجريان Runoff**

يعرف الجريان بأنه انسياب المياه وتحركها من مكان إلى آخـر، ويعـرف الجريان على سطح الأرض بالجريان السطحي surface runoff، والجريـان تحـت السطح بالجريان الداخلي Inter flow كما يوجد جريان آخر يعرف بالجريان الجوفي ground water flow ( درادكه، 2000 ).

ويمكن تقسيم الجريان السطحي إلى نوعين هما:

1- الجريان السطحي المباشر Direct surface runoff: وهو الجريان الذي يـدخل المجاري المائيه بعد سقوط الأمطار مباشره، ويشمل جريـان الـسطح والجريـان الداخلي والأمطار الهاطله على القنوات المائيه وذوبان الثلوج ( درادكـه، 2000 ) ويحدث الجريان المباشر فوق الـسطح بطـريقتين، فقـد درس (yair and lavee, 1985) الفيضان الذي يحدث بالمناطق الجافة وشـبه الجافـة وبينـت الدراسـة ان الجريان يحدث بأحد الحالتين.

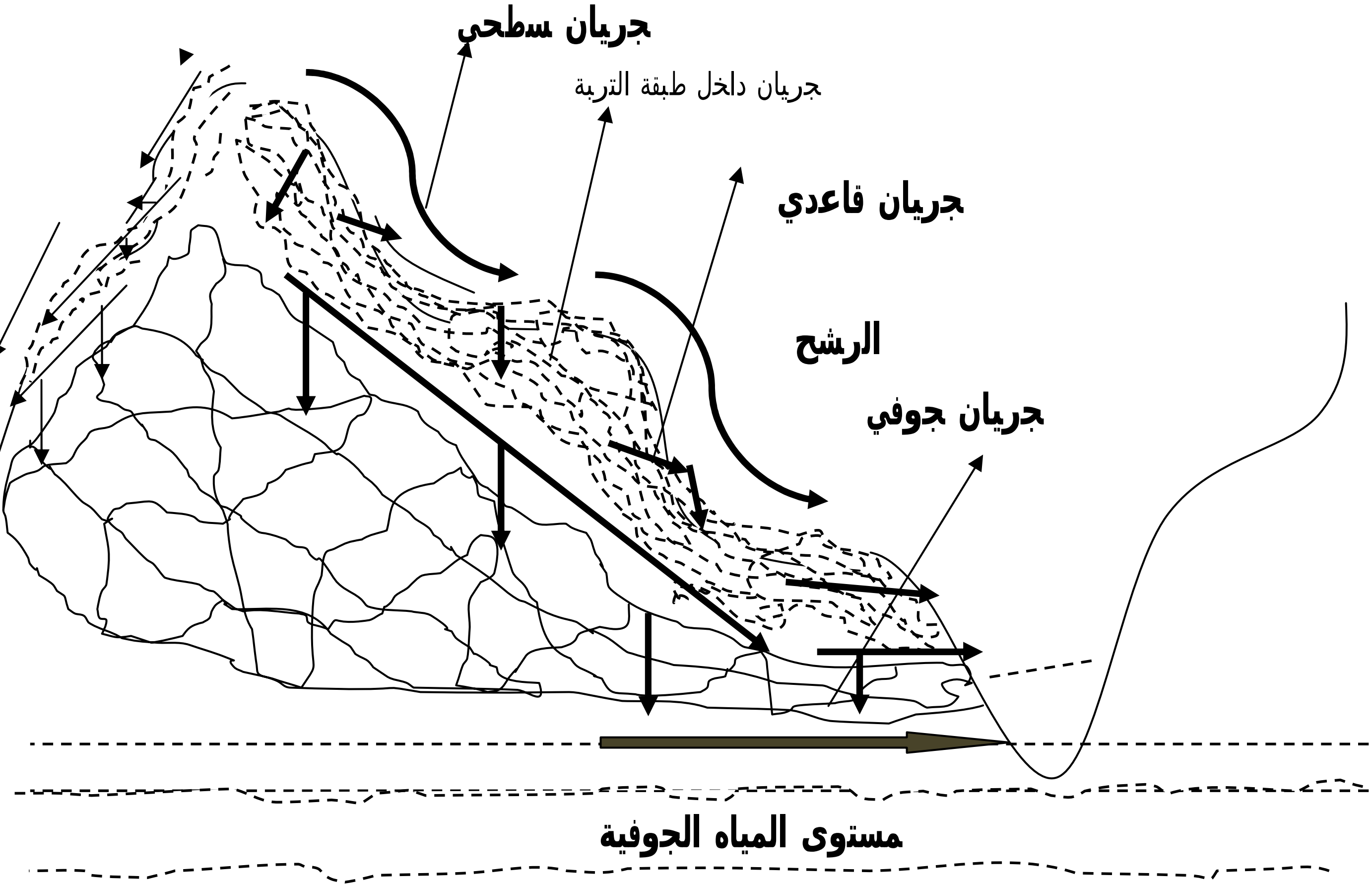
أ- جريان التشبع السطحي Hortonian overland ويحدث عندما تكـون كثافـة الأمطار أكبر من قدرة التربه على استيعابها، ويحدث هذا النوع في المناطق الجافه وشبه الجافه بسبب الانكشافات الصخريه الكثيره ولأعماق الـضحله للتربه وقلة الغطاء النباتي والأنشطه البشريه التي أوجدت مساحات كبيـره من الأسطح الغير نفاذه. كما أن الأمطار الكثيفه عند هطولها علـى سـطح التربه تعمل على إذابة ذرات التربه التي تعمل بدورها في غلـق مـسامات التربه وضغطها مما يقلل من التسرب الذي تربطـه علاقـه عكـسيه مـع الجريان.

ب- جريان تشبع التربه من الأسفل saturation overland flow ويحدث هـذا النوع من الجريان في مناطق التربه الضحله وذات مسامات عاليه، حيـث تهطل الأمطار وتتسرب إلى الأسفل بسرعه عاليه حتى تـصطدم بالطبقـه الصخريه فإذا كانت كثافة الأمطار عاليه وتفوقـت علـى قـدرة الطبقـه الصخريه على التسريب فإن المياه تعود من الأسفل إلى الأعلـى وتجـري على السطح، أي أن طاقة التسريب للتربه والطبقه الصخريه تقل مع الزمن

إلى أن تصل مقداراً ثابتاً، كما أن طبقة التربه تكون على درجه عاليه مـن التوصيل الهيدروليكي عند بداية التسريب ثم تقل مع الزمن.

**شكل ( 30)**

**شكل توضيحي لأنواع الجريانات المائية**




2- الجريان الأساس base flow

ويعرف الجريان بالجريان المتأخرالذي يغذي مجرى الوادي ويمكـن اعتبـار الجريان الداخلي المتأخر كثيراً جزء من الجريان القاعدي (درادكه،2000) ويستخدم الجريان القاعدي لفصل الجريان السطحي إلى مباشر وغير مباشر كما يعد مقياسـاً للجريان غير المباشر.

3- الجريان الغير مباشر Indirect flow

وهو جريان المياه في باطن الأرض أي جريان المياه الجوفيـه التـي تغـذي الجريان الدائم في المجاري النهريه، ويظهر هذا النوع من الجريـان فـي معظـم الأحواض المائيه الصدعيه في الأردن.

**أنواع المجاري المائيه:**

ويظهر في حوض وادي الموجب ثلاثة أنواع للمجاري المائيه وهي:

**1- المجاري المائيه الدائمه Perennial**

ويبدأ هذا المجرى على بعد 12كم من المصب ومعظم تغذيته يستمدها من المياه الجوفيه، حيث تظهر تغذية المياه الجوفيه عندما يكون مستواها أعلى مـن منـسوب المجرى المائي بالاضافه إلى الجريان القاعدي الناتج عن وجود السد.

**2- المجاري المائيه المتقطعه Inter mittent**

ويظهر هذا المجرى في الجزء العلوي من المجرى الرئيسي لوادي الموجب ولايظهر الآن بسبب بناء السد. أما قبل بناء السد كانت المياه تظهـر علـى طـول المجرى الرئيس، حيث تزداد غزارته خلال فصل الشتاء، والربيع ثم تبدأ بالإنحسار التدريجي خلال فصل الصيف والخريف وفي سنوات عديده تختفي نهائياً، ويعتمـد هذا النوع من الجريان على الفائض المائي من الأحواض الجوفيه ويـستمر حتـى إنخفاض منسوب الأحواض الجوفيه فتنعدم مشاركة هذه الأحواض في مد المجـرى بالمياه، وتحدث مشاركة الأحواض المائيه في فصل الشتاء والربيع وتنعدم في فصل الصيف والخريف، كما يساهم الجريان القاعدي في مد هذه المجاري بالمياه لفتـره محدوده.

**3- السيول Ephemeral**

وهذه المجاري المائيه التي لايكون للجريان القاعدي أو الجريان الجوفي فيها أي مشاركه، ويحدث الجريان بها خلال العواصف المطريه وينتهي الجريان بإنتهاء العاصفه ويمثلها معظم المجاري المائيه التي يتجاوز منسوبها 800م فـوق سـطح البحر في منطقة الدراسه.

**تقدير كمية الجريان السطحي في منطقة الدراسه**

تم استخدام نتائج نموذج طوره العرود( العرود،بيانات غير منشورة) وتم خلاله تحليل ست سنوات مائيه لمحطة الربه للفتره الممتـده مـن 1996 / 1997 إلـى 2002/2001، وأظهرت النتائج أن الجريان السطحي يحدث في الفتره المتوسـطه من الموسم المطري أي قبل بداية نمو المزروعات والغطاء النباتي وبعـد ترطيـب التربه أما الفتره المتأخره من الموسم المطري من أواخر شباط وحتى نيسان فهـذه الفتره ينعدم الجريان نهائياً إلافي حالات إستثنائيه، ويعود السبب في ذلك لعمق طبقة التربه في منطقة الربه التي تتجاوز 3م، كما أن إستواء السطح في تلـك المنطقـه ساهم بشكل كبير في الحد مـن الجريـان الـسطحي، وكـذلك الغطـاء النبـاتي والمزروعات الحقليه التي تكون قد عمقت جذورها وازدادت كثافتها مما يجعل منها حاجزاً كبيراً لإعاقة الجريان السطحي كما أن جذورها العميقه تـساهم فـي زيـادة التسرب إلى باطن الأرض بالإضافه إلى زيادة الفاقد البيني الذي تسببه المزروعات والغطاء النباتي.

ويعتمد الجريان في هذه المنطقه على شدة الأمطار وديمومتها، لذا نلاحـظ أن السنوات التي تتركز بها الأمطار في الفتره المتأخره من الموسم المطري لا يحـدث بها جريان على الرغم من أن المعدل السنوي قد يتجاوز 300ملم، ففي العام المائي 1996/ 1997 حدث تغذية جوفية مقدارها 24ملم في نهاية شهر اذار من عاصـفه مطريه استمرت أربعة أيام وهطل خلالها 43ملم، وتزامن هطول الامطار مـع اوج نمو الغطاء النباتي والمزروعات، وبلغ معدل ألأمطارالسنويه في هذا العام 385ملم ويزداد التسرب في هذه المنطقه حيث تساهم الظروف السابقه بزيادة حجم الأمطـار التي تتسرب الى باطن الارض، وبلغ حجم الجريان 17ملم من عدة عواصف ماطرة وكان أثر تتابع الايام الماطرة واضح على الجريان، ففي يـومي 18-1997/1/19 حدث هطول مقداره في اليوم الاول 28ملم أحدث جريان مقداره 0.7 ملم وفي اليوم الثاني للعاصفة هطل 40 ملم احدث جريان مقداره 10 ملم، ويظهـر الـشكل (31) حجم الجريان والتغذيه الجوفيه للسنه المائيه 1997/1996.

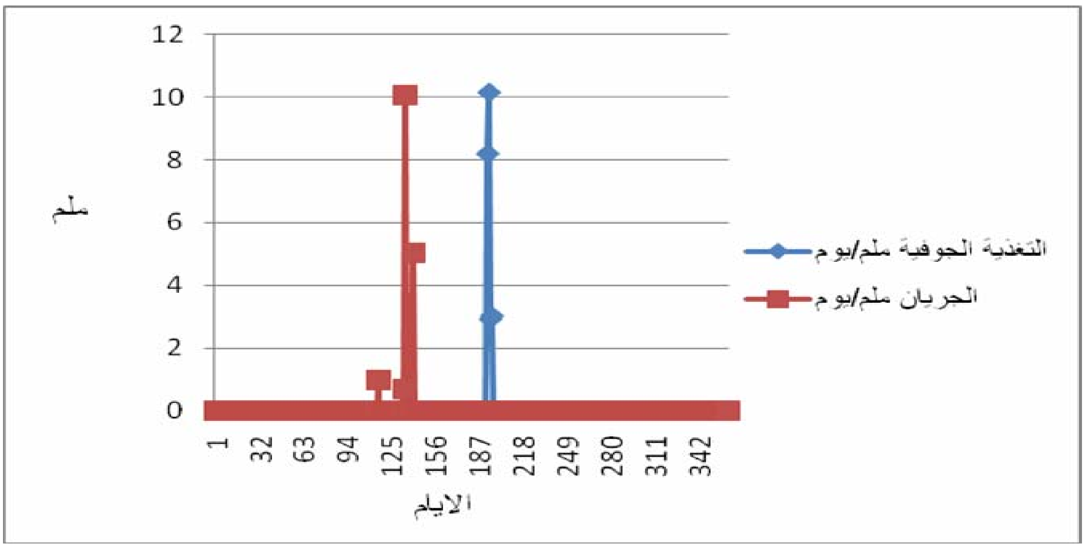
وأظهر التحليل بأن حجم الأمطار السنوية الهاطله على هـذه المنطقـه لـيس مقياساً دقيقاً لحجم الجريان، فإذا تباعدت العواصف الممطره ولم يكن هنـاك تتـابع لأيام المطر خلال العاصفه الواحده وكانت شدة المطر وديمومته محدوده فإن فرصة الجريان تكاد تكون معدومه.

كما يلاحظ بأن السنوات المائيه التى ينخفض فيها معدل الأمطار السنويه يكـاد ينعدم فيها الجريان. ويظهر ذلك في العامين المائيين 99/98 -99/2000 حيث بلغ معدل الأمطار 159ملم 138ملم على التوالي، ومن خلال التحليل للبيانات بلغ حجم الجريان 8 ملم و7.5 ملم على التوالي، ولم يسجل أي فيضان في وادي الموجب في هاتين السنتين.

ويظهر ذلك جلياً في مقارنة كمية الأمطار الهاطله مع كمية التبخر الفعلي فـي عام 99/2000 بلغ 138ملم أي 100% من كمية الأمطار الهاطله، ويعزى ذلك إلى قلة الأمطار أولاً وتباعد العواصف الممطره ثانياً، وأعلى شدة مطر يوميه سـجلت 31ملم يوم 27 /1/ 2000 وساهمت في إحداث جريان سطحي بمقدار 4ملم، لتشبع التربة بالرطوبة من عاصفة سابقة بتاريخ 2000/1/22 وانحفاض كثافـة الغطـاء النباتي الطبيعي والمزروعات.

**شكل (31)**

**حجم الجريان والتغذية الجوفية للسنه المائية1996 /1997**



كما أن إنخفاض معدل الأمطار ليس العامل الوحيد الذي يحـد مـن حـدوث الجريان في محطة الربه ولكن وقت هطول الأمطار يعد عامل آخر للحد من حدوث الجريان، ففي عام 2001/2000 كان معدل الهطول 334ملم ومع ذلك بلغت كميـة الجريان خلال هذا العام 16ملم فقط، والسبب هنا ليس انخفاض معدل الأمطار بـل تأخر هطول الأمطار وانخفاض شدتها وتباعد العواصف من الأسباب التي حدت من حدوث الجريان، حيث هطل 177ملم في الفتره من شهرتشرين أول إلى نهاية شهر كانون ثاني وتوزعت على 14 عاصفه مطريه وبلغت أعلى شدة مطر يوميه في هذه الفتره 26ملم، وساهمت بحدوث تغذيه جوفيه مقدارها 2ملم، ومن نهاية شهر شـباط وحتى شهر أيار بلغت كمية الهطول 157ملم، وتوزعت على 7 عواصف مطريـه، وبلغت أعلى شدة مطر يوميه 25ملم في بداية شهر نيسان (8 /4 /2001 ) إلا أنـه لم يحدث جريان ويعزى السبب هنا للمزروعات حيث تكون قد عمقت جذورها مما يسهم في زيادة نسبة التسرب إلى باطن التربه وزادت كثافته مما يؤدي إلى زيـادة نسبة الإعاقه للجريان وإعطاء فرصه أكبر للتسرب، بالإضافه إلى الفاقد البيني الذي يزداد مع كثافة المزروعات.

ومن خلال الجدول (12) نلاحظ بأن محطة الربه تساهم بالجريـان الـسطحي بنسبه أكبر من مساهمتها بالتغذيه الجوفيه، حيث بلغ معـدل مـساهمتها بالجريـان السطحي 15.5 ملم سنوياً وتقدر كمية الجريان السطحي من محطة الربه 744 ألف م3/ سنه، وتبلغ نسبة الجريان في محطة الربة تقريباً 6% من حجم الهطول، أمـا التغذية الجوفية فقد بلغت نسبتها 4.5 ملم سنوياً وتقدر كميتها 220.5 ألف م3/سـنه وإذا افترضنا هذا المعدل للجريان لكافة منطقة الدراسه فإن كمية الجريان الـسنويه تبلغ حوالي 9 مليون م3/سنه، وهذه تمثل أدنى مساهمه من المنطقه الغربيه لحوض وادي الموجب. حيث تجدر الإشاره إلى أن المحطه المدروسه تختلف في تضاريسها وعمق التربه بها ومزروعاتها عن باقي أجزاء الحوض الغربي لـوادي الموجـب، وتشكل مناطق التربه العميقه أكثر من 3م ما نسبته 20% مـن مـساحة الحـوض الغربي فقط. حيث أن معظم أجزاء الحوض الجنوبي الغربي ينخفض قطاع التربـه بها إلى أقل من1م مما يقلل من السعه الحقليه للتربه كما أن طبوغرافية السطح إلـى

الشرق من الربه وشمالها تبدأ الأرض بالإنحدار الشديد باتجاه وادي الموجب الـذي يزيد من فرصة حدوث الجريان السطحي، أما الأجزاء الوسطى والجنوبيه الغربيـه للحوض الغربي فإنها شديدة التضرس وتكثر بها التلال المتكشفه وتعلوها طبقة تربه رقيقه لاتتجاوز 15سم، ويظهر الشكل (35) عمق المجاري المائيه في الفروع العليا لوادي اللجون ووادي الدكاكين، لذا فإن الجريان السطحي يحدث في هذه الأجـزاء بسرعه أكبر من المناطق الشماليه الغربيه للفرق في الطبوغرافيا وعمق قطاع التربه والمزروعات، ففي الوقت الذي لم يسجل جريان في منطقة محطة الربـه بعاصـفه مطريه بلغت شدتها 45 ملم وهطلت في 1-2001/5/2، سـجل جريـان سـطحي مقداره 5.4م3/ث في وادي الدكاكين من عاصفه مطريه بلغت شدتها 12ملم فقـط بتاريخ 10/24 /2008. يضاف لكل ذلك أن الفترة المدروسة كانت جافة مقارنة مع المعدل العام وكذلك أُخذت السعة الحقلية للتربة على أساس انها 150 ملم، وهذا رقم عالي جداً مقارنة مع بقية أجزاء الحوض الذي لا يتجاوز سعته الحقلية في كثير من المناطق 20-30 ملم فقط. ولذلك فأن الفيضانات المـذكورة فـي الربـة لا تمثـل بالضرورة اجزاء الحوض الاخرى.

**جدول(12)**

**معدل الجريان والتغذية الجوفية والتبخر الفعلي والكامن خلال الفترة المدروسة**

| السنه | الجريان ملم | التغذية الجوفية ملم | التبخر الفعلي(ملم/سنه) | التبخر الكامن (ملم/سنه) | مطر (ملم/سنه) |
|---|---|---|---|---|---|
| 97/96 | 17 | 24 | 128 | 897 | 383 |
| 98/97 | 26 | 3 | 157 | 919 | 333 |
| 99/98 | 19 | 0 | 133 | 1006 | 159 |
| 00/99 | 8 | 0 | 138 | 1040 | 138 |
| 001/00 | 7.5 | 0 | 192 | 1124 | 334 |
| 002/001 | 16 | 0 | 167 | 998 | 332 |
| المعدل | 15.58 | 4.5 | 152.5 | 997 | 279 |

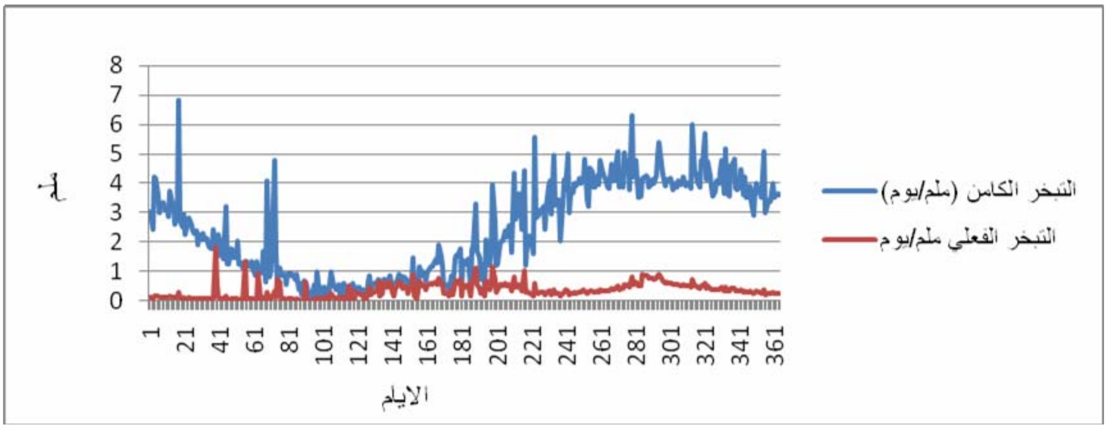
**التبخرالفعلي والتبخر الكامن**

نلاحظ من خلال الشكل (32) الذي يمثل التبخر الفعلي والتبخر الكامن لمحطة الربه للسنه المائيه 1997/1996 بأن التبخر الكامن يكون كبيرا في الفصول التـي

تتصف بارتفاع درجة الحراره وانخفاض الرطوبه بها، ولكن التبخر الفعلي في نفس الظروف يكون منخفض، ويظهرذلك في منطقة محطة الربه من نهاية شهر اذار إلى شهر تشرين ثاني حيث يبدأ التبخر الكامن بالإرتفـاع ويـنخفض التبخـر الفعلـي لإنخفاض رطوبة التربه في هذه الفتره، أما في حالة توفر الماء لتلـك البيئـه فـإن التبخر الفعلي يرتفع وينخفض التبخر الكامن حتى يصلا إلى نقطة التساوي ويحـدث ذلك في فصل الشتاء من شهر كانون ثاني وحتى شهر أذار، حيـث يبقـى التبخـر الكامن مساوي للتبخر الفعلي لأن التربه تكون مشبعه ولا تشكو من أي عجز مائي، حيث تكون فرصة الجريان والتغذيه الجوفيه مرتفعه في هذه الفتره.

**شكل (32)**

**التبحر الفعلي والتبخر الكامن للسنه المائية 1997/1996**

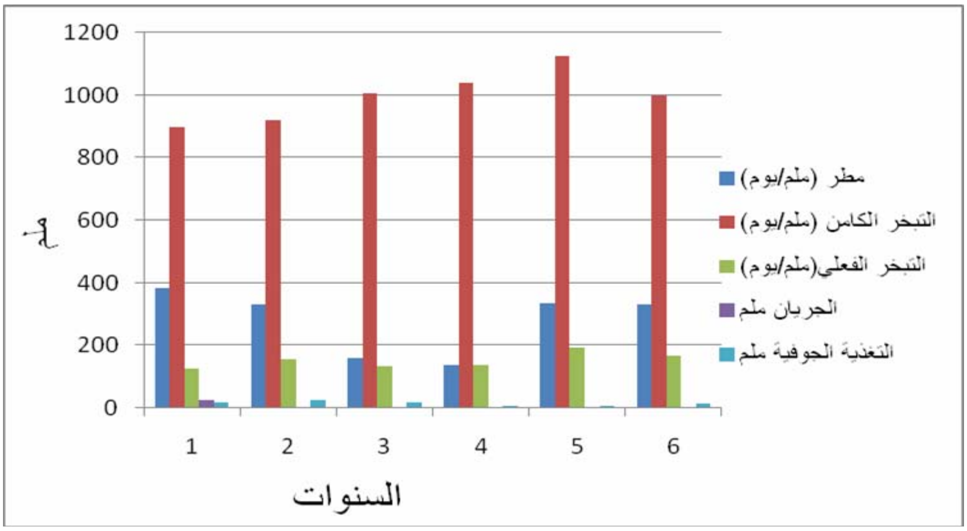



وقد عرف بنمان التبخر الكامن بأنه كمية المياه التي تنتج بالتبخر – النتح مـن النباتات العشبيه التي تغطي سطح التربه ولا تشكو تلك الحشائش من أي عجز مائي أما التبخر الفعلي فهو كمية المياه التي تتبخر من التربه والنباتـات فـي الظـروف الجويه السائده ونلاحظ من خلال الشكل رقم(33) بأن التغذيه الجوفيه تحدث بعد أن تكون التربه قد أصبحت مشبعه بالرطوبه وبما أن طبقة التربه في منطقـة محطـة الربه عميقه وسعة الخزن عاليه (السعة الحقليه ) فإن التغذيه الجوفيه يـسبقها عـدة عواصف مطريه للتغلب على سعة الخزن، أما الجريان السطحي في هذه المنطقـه لايحدث إلا بقدرة العاصفه الممطره بالتغلب على التسرب وسعة الخزن للتربه وهذ

لايحدث إلابالعواصف الممطره القويه التي تستمر عدة أيام وتكون شـدة الأمطـار عاليه.

**شكل (33)**

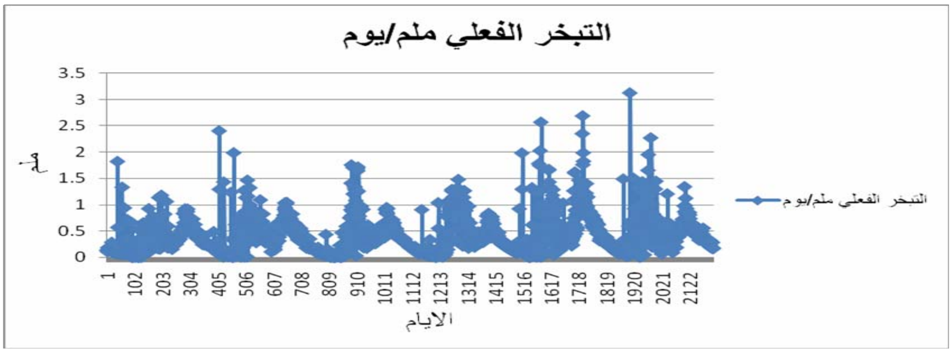
**فترة حدوث التغذية الجوفية**

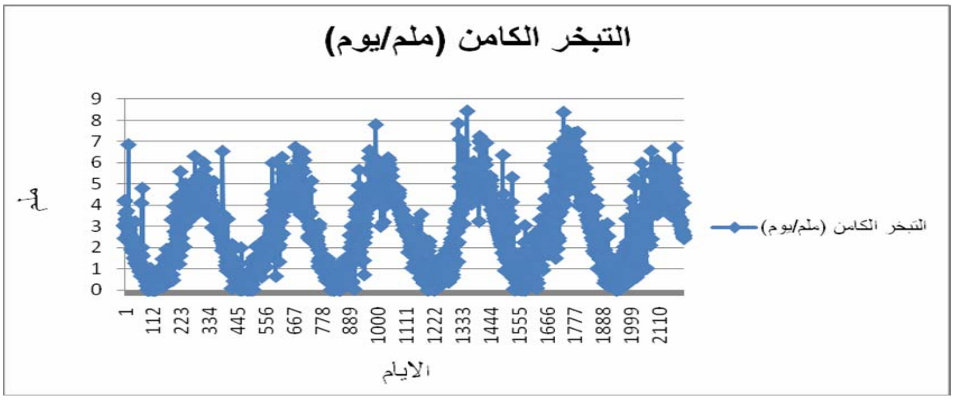



وتتوافق منحنيات التبخر الفعلى والتبخر الكامن شكل (34) في كافة سـنوات الفتره المدروسه لمحطة الربه، حيث يتساوى التبخر الفعلي مع التبخر الكـامن فـي أشهر الشتاء، ويبدأ التبخر الفعلي بالإنحسار مع بداية شهر نيـسان لبـدء التربـه بالجفاف وانخفاض مستوى الرطوبه بها ويرتفع لذلك التبخر الكامن مع نفس الفتـره حتى يصبح أعلى ارتفاع له في أشهر الصيف، ثم يبدأ في الإنخفـاض مـع نهايـة الخريف ومع بداية هطول الأمطاريرتفع التبخر الفعلي حتى يتـساوى الفعلـي مـع الكامن مره أخرى، ولايظهر تأثير لكميات الأمطار الهاطلـه الـسنويه علـى دورة التبخر الكامن في منطقة الدراسه.

**شكل (34)**

**التبخر الفعلي والتبخر الكامن خلال الفترة المدروسة**






**شكل (35)**

**عمق المجاري المائية في اعالي حوض وادي اللجون**

**حالات دراسية للفيضان في منطقة الدراسة**

**الحالة الدراسية الأولى: فيضان 24-2008/10/25**

اعلنت دائرة الأرصاد الجويه إن معدل هطول الامطار في الكرك هو 12ملم، وإذا افترضنا إنه معدل هطول الأمطار لكافة مناطق الحوض الجنوبي الغربي لوادي الموجب فإن حجم الأمطار الهاطله خلال هذه العاصفه يبلغ 7.248مليون م$^3$، ويظهر الجدول (13) كمية الجريان السطحي التي سجلت في سد وادي الموجب والتي بلغ مجموعها 3.022.788 مليون م$^3$، وهذه الكميه المنتجه من العاصفه الممطره بتاريخ 24- 10/25 /2008، وقد أفادوا مهندسو إدارة سد وادي الموجب بأن كمية الجريان في الأوديه الرئيسه كانت متساويه تقريباً، وبناء على ذلك نفترض بأن نصف كمية الجريان المسجله في السد كانت من الحوض الغربي لوادي الموجب فإننا نتوصل إلى أن نسبة الجريان العاصفي يبلغ 20% من الهطول، علماً بأن هذه العاصفه جاءت كأول عاصفه ممطره في العام المائي 2009/2008 والتربه جافه جداً واقتربت هذه النسبه من نسبة الجريان العالميه المقدره بـ 30% من الهطول (درادكه.2000) واعتقد بأن نسبة الجريان العاصفي في الحوض الغربي تعادل النسبه العالميه في أشهر الشتاء الرئيسه وتتفوق عليها خلال العواصف الحمليه.

وتجدر الإشاره إلى أن الجريان السطحي كان من الحوض الغربي فقط خلال هذه العاصفه وأن مساهمة الحوض الشرقي معدومه تماماً ويدلنا الشكل ( 37) والشكل (38) على عدم حدوث جريان في وادي القطرانه حيث نلاحظ نمو الشجيرات ووجود الطمي على مخرج وادي القطرانه الذي يشير وجودها على عدم حدوث جريان في هذا الوادي، ونلاحظ عكس ذلك على مخرج وادي الدكاكين القادم من منطقة المزار والحسينيه وأم حماط، حيث تظهر آثار الجريان واضحه والتي تتمثل في كثافة الطبقه الحجريه المتوسطة الحجم في أرضية الوادي والتي نقلتها المياه المتدفقه إما بالتدحرج و إما بالقفز، وتخلو أرضية الوادي في هذه المنطقه من الرواسب الطينيه الرمليه الناعمه مما يدلنا أن الفيضان في الوادي كان قادراً على نقلها إلى وادي الموجب لإلتقاء وادي الدكاكين بعد 3كم تقريباً مع وادي اللجون حيث يزداد الفيضان شده لإلتقاء الواديين.

**جدول (13)**

**كمية الجريان خلال العاصفه الممطره بتاريخ 24-2008/10/25**

| التاريخ | الوقت/ساعه | كمية الفيضان | المعدل م$^3$/ث |
|---|---|---|---|
| 2008/10/24 | 7 | 0 | 0 |
| 2008/10/25 | 7 | 1768323 | 20.46 |
| | 8.30 | 367923 | 68.13 |
| | 10.30 | 226635 | 31.47 |
| | 12.30 | 107750 | 14.96 |
| | 14.30 | 178390 | 24.77 |
| | 16.30 | 115640 | 16.06 |
| | 18.30 | 91325 | 12.68 |
| | 22.30 | 58270 | 4.05 |
| 2008/10/26 | 7 | 75094 | 2.4 |
| | 9 | 8356 | 1.16 |
| 2008/10/27 | | 25082 | 0.31 |
| المجموع | | 3022788 | |

**المصدر: سلطة وادي الأردن، إدارة سد الموجب، بيانات غير منشوره،2009**

## الحالة الدراسية الثانية: فيضان 2006/4/2

ان نسبة الجريان خلال العواصف الحملية تصل الى المعدل العالمي وقد تتجاوزه، فمن خلال تحليل فيضان 2006/4/2، فقد بلغ معدل الامطار في اليوم الاول في الحوض الغربي 75.26 ملم، وفي اليوم الثاني 19 ملم، وبلغ في الحوض الشرقي 30.5 ملم في اليوم الاول و6. ملم في اليوم الثاني، جدول (14)، ومن خلال ذلك نستطيع تقدير حجم الامطار الهاطلة خلال هذه العاصفة كما ياتي:

**حجم الامطار في الحوض الغربي لليوم الاول** $= \frac{75.26}{1000} \times 604 \times 10^6 = 45.457.040$ مليون م$^3$

**حجم الامطار في الحوض الغربي لليوم الثاني** $= \frac{19}{1000} \times 604 \times 10^6 = 11.476.000$ مليون م$^3$

**حجم الامطار في الحوض الشرقي لليوم الاول** $= \frac{30.5}{1000} \times 3956 \times 10^6 = 120.685.000$ مليون م$^3$

**حجم الامطار في الحوض الشرقي لليوم الثاني** $= \frac{0.6}{1000} \times 3956 \times 10^6 = 23.736.000$ مليون م$^3$

ومن خلال الجدول (17) بلغ حجم الانتاج المائي السطحي من هذه العاصـفة 55.3 مليون م3، وبناء على ذلك نستطيع تقدير نسبة الجريان كما ياتي:

نسبة الجريان = حجم الجريان م م$^3$ × 100
حجم الامطار م م$^3$

نسبة الجريان للعاصفة = 55.3 × 100 = 27.5 %
201

نسبة الجريان لليوم الاول = 35.3 × 100 = 21 %
166

نسبة الجريان لليوم الثاني = 20 × 100 = 57 %
35

ونلاحظ بأن نسبة الجريان لكامل العاصفة المطرية اقترب من المعدل العالمي للجريان البالـغ 30 %، اما نسبة الجريان لليوم الاول من العاصفة فبلغت نـسبتها 21 % وانخفضت نسبة الجريان في اليوم الاول لجفـاف التربـة وارتفـاع نـسبة التسريب وخاصة في الحوض الشرقي لذا فان معظم الجريان في اليوم الاول حدث في الحوض الغربي ونسبة الجريان تجاوزت 30 % وذلك لما يلي:

1- احتجازنسبة كبيرة من الجريان السطحي في السدود الترابية الثلاثـة ( سـد سواقة، سد القطرانه، سد السلطاني).
2- استواء السطح في معظم اجزاء الحوض الشرقي مـع طبقـة تربـة رمليـة وصحراوية شديدة النفاذية والتي تعلو طبقة الصخر الجيري عالي النفاذية.
3- تأخر موجات الفيضان في حالة التغلب على البنود الـسابقة فـي الحـوض الشرقي.
4- معظم الفيضان من الحوض الشرقي ياتي على شكل جريان متأخر.

ويمكن ان نلاحظ بأن نسبة الجريان في اليوم الثاني بلغت 57 % وهذه النسبة ليست ناتجة عن كمية الهطول في هذا اليوم بل كانت في معظمها جريان متأخر من الحوض الشرقي الناتجة عن امطار اليوم الاول، كما ان لون مياه الفيضان التي تميل الى اللون الاحمر في اليوم الاول لدليل اخر على ان النسبة العظمى مـن الفيـضان تاتي من الحوض الجنوبي الغربي شكل ( 36 ).

جدول (14)

**معدلات الامطار اليومية للمحطات المناخية في حوض وادي الموجب والتي احدثت فيضان 2-5 نيسان 2006**

| اليوم/المحطة | الربة | الكرك | المزار | القصر | حمود | القطرانه | سواقه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/4/2006 | 87.3 | 73 | 55 | 80 | 81 | 28 | 33 |
| 2/4/2006 | 22.8 | 17 | 9 | 23 | 22 | 0 | 1.2 |
| 3/4/2006 | 0.2 | 0 | 4.5 | 0.2 | 3.2 | 0 | 0 |
| 4/4/2006 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5/4/2006 | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| المجموع | 113.6 | 90 | 68.5 | 103.2 | 106.2 | 28 | 34.2 |

**المصدر: وزارة المياه والري، قسم المياه السطحية، بيانات غير منشورة، 2009**



**شكل ( 36 )**

**لون الرواسب في فيضان 2006/4/2**

ونلاحظ من خلال ما سبق بأن الإنتاج المائي في الحوض الجنوبي الغربي لوادي الموجب يشكل النسبه العظمى من الإنتاج المائي العام لوادي الموجب، حيث ساهمت طبوغرافية السطح في معظم أجزاء الحوض الغربي بزيادة نسبة الجريان السطحي، كما أن طبقة التربه الرقيقه التي تقل عن 1م تشكل حوالي 80%من مساحته أضعفت السعه الحقليه للتربه وهذا ينعكس بدوره على سرعة حدوث الجريان السطحي بالإضافه إلى إرتفاع معدل الأمطار مقارنه مع الأحواض الشرقيه

التي ينخفض بها معدل الأمطار السنويه، وهذا يجعل من الحوض الجنوبي الغربـي الجزء الأهم في الإنتاج المائي لوادي الموجب.



**شكل(37)**

مخرج وادي القطرانه والتقائه مع وادي الدكاكين



**شكل(38)**

**وادي الدكاكين عند التقائه مع وادي القطرانه**

## 3.4 تصريف الفيضانات في وادي الموجب

تتصف االفياضانات في وادي الموجب بأنها فيضانات متذبذبه جداً ويعـزى السبب إلى تذبذب كميات الأمطار الهاطله، فالأمطار في الغالب تهطل علـى شـكل زخات متقطعه ومتباعده، وتستمر من بضع دقائق إلى بضع ساعات أو بضعة أيـام تنقطع بعدها لمدة قد تستمر أكثر من شهر. كما أن الأمطار الهاطله تكون متواضعه في بداية فصل الشتاء، ففي شهري تشرين أول وتشرين ثاني لاتزيد مساهمتها عـن 10%من كميات الأمطار السنويه وتكون غير منتظمه وقد يمر سنوات دون سـقوط

أمطار في هذه الفتره، وتشكل الفتره الممتده من كـانون ثـاني وحتـى آذار فتـرة الأمطار الرئيسه حيث يسقط خلال هذه الفتره 73% من كميات الأمطـار الـسنويه وتتصف أمطار هذه الفتره بارتفاع كمياتها ومدة إستمراريتها وتركيزهـا العـالي، وتحدث اكثر الفياضانات في هذه الفتره من السنه وبلغت نسبتها71%.

كما ان الأيام الماطره في منطقة الدراسه تكون موزعه بشكل غير متـساوي بين الأشهر الممطره، وقد لايحدث هطول نهائي في بعض الأشهر، ولم يزيد عـدد الأيام الماطره السنويه في المحطات المناخيه في منطقة الدراسه عن 50يوم وحدث ذلك في محطة الربه أما المحطات الأخرى فكانت 33يوماً في محطة المزار و 39 يوماً في الكرك و 37يوماً في محطة الجديده و43 يوماً في محطـة القـصر و30 يوماً في محطة حمود، وتراوحت شدة المطر اليومية من 100 ملم في محطة الربه يوم 1974/01/21 الى 0.1 ملم، وفي محطة الكرك 140 ملم يـوم 1980/12/11 الى 0.3 ملم.

وتتصف الأيام الماطره بعدم إنتظام تتابعها الزمني واختلاف كميات الأمطـار الهاطله فيها، ففي يوم 1 /4 /2006 بلغت كميات الأمطار الهاطله في محطة الربه 78ملم في حين بلغت في اليوم الثاني 23ملم وفي اليوم الثالث 2ملم ثم توقف المطر الى 2006/4/25 وقد يستمرتوقفه أكثر من ذلك.

ويظهر أثر تباعد أوتتابع الأيام الممطره ومدة العاصـفه المطريـه وكميـة الامطار الهاطله خلال العاصفه في تركيز وفعالية الأمطار، حيث لاتساهم الأمطـار الهاطله بعد فتره طويله من الإنقطاع كحالة أمطار تشرين أول وتشرين ثـاني فـي زياده واضحه على التصرف المائي، وذلك يعود لأحتجاز معظم الامطار في طبقـة التربه الجافه.

أما في حالة تتابع الأيام الماطره فالوضع مختلف، حيث تعمل الزخات الأولـى على إغلاق مسامات التربه وضغطها، مما يتيح الفرصه للمياه الهاطله إلى التوجـه للمجاري المائيه ( سلامه، 2004).

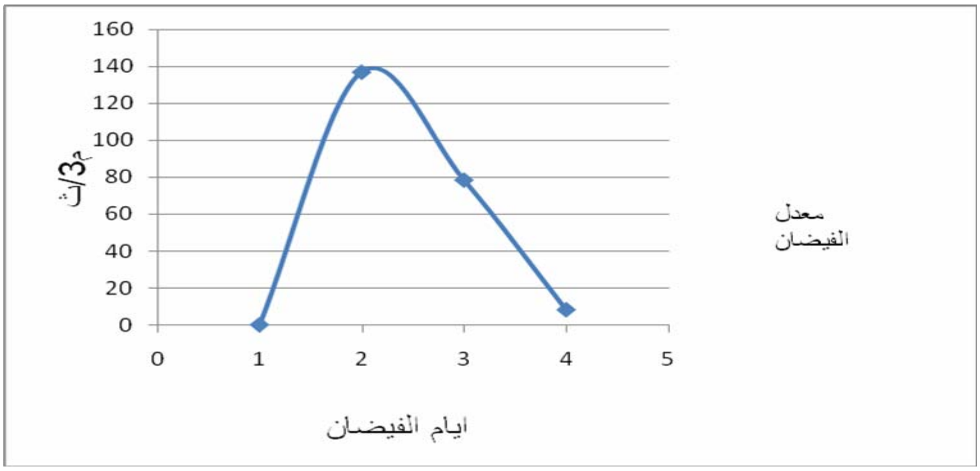
وظهر أثر شدة الأمطار اليوميه على الفيضان في وادي الموجب، ونلاحظ ذلك من خلال تحليل العواصف المطريه التاليه:

## 1- العاصفة المطرية 19- 21 /1975/2

فالعاصفه المطريه التي هبت على منطقـة الدراسـه مـا بـين 19- 21 /1975/2 وبلغ مجموع الهطول خلال فترة العاصفه في محطة الربه 55ملـم، أدى إلى زيادة التصريف في وادي الموجب إبتداء من اليوم الثاني للعاصفه، حيث بلـغ التصريف يوم 2/19 /1975 في الوادي 0.32 م3 /ثانيه، وبلغت كميـة الأمطـار الهاطله في هذا اليوم 18ملم، واستمر تصريف الوادي فـي اليـوم التـالي 2/20/ 1975 دون زياده تذكر، وكانت كمية الأمطار الهاطله خلال هذا اليوم 53ملم، وبلغ الفيضان قمته في يوم 1975/2/21أي بعد يوم من هطول الامطار وبلغت قمته 137 م3/ث إلا أن الفيـضان اسـتمر مـع انخفـاض قمتـه إلـى 6.78 م3/ث فـي 1975/2/23.

شكل (39)

منحنى فيضان العاصفة المطرية 19- 21 /1975/2




## 2- العواصف المطرية خلال شهر 2004/11

كما يظهر الجدول ( 15 ) أثر تتابع العواصف المطريه على تصريف الفيضان فـي وادي الموجب، حيث أثرت ثلاث عواصف مطريه خلال شهر 2004/11، حيث بـدأت العاصفه الأولى بتاريخ 2004/11/17 وكانت كمية الهطول 22.4 ملم، وبلغ التـصريف في هذا اليوم 18 م3/ث وكانت هذه العاصفه باكورة الموسم المطري لعام 2005/2004 حيث كانت آخر أمطار الموسم السابق فـي 2004/2/22 وبلـغ التـصريف فـي وادي الموجب في اليوم التالي 1.17 م3/ث ويعزى السبب لجفاف التربه واسـتمرت العاصـفه

يومين فقط، ثم هبت العاصفه الثانيه بتاريخ 2004/11/22 وهطل فيها 60ملم، ولوجـود رطوبه عالية في التربة من العاصفه السابقه بلغ التصريف في اليوم التـالي 147م3/ث، وفي يوم 11/26 بلغ مستوى التصريف إلى 16.م3 /ث وهو نفس اليوم الذي بدأت فيـه العاصفه الثالثه وهطل في هذا اليوم 44.4 ملم ولتشبع التربه اسـتمر الفيـضان 4 أيـام 30.73م3/ث، 7.93م3/ث،3.84م3 /ث، 1.64م3/ث.

**جدول (15)**

**اثر تتابع العواصف على الجريان السطحي**

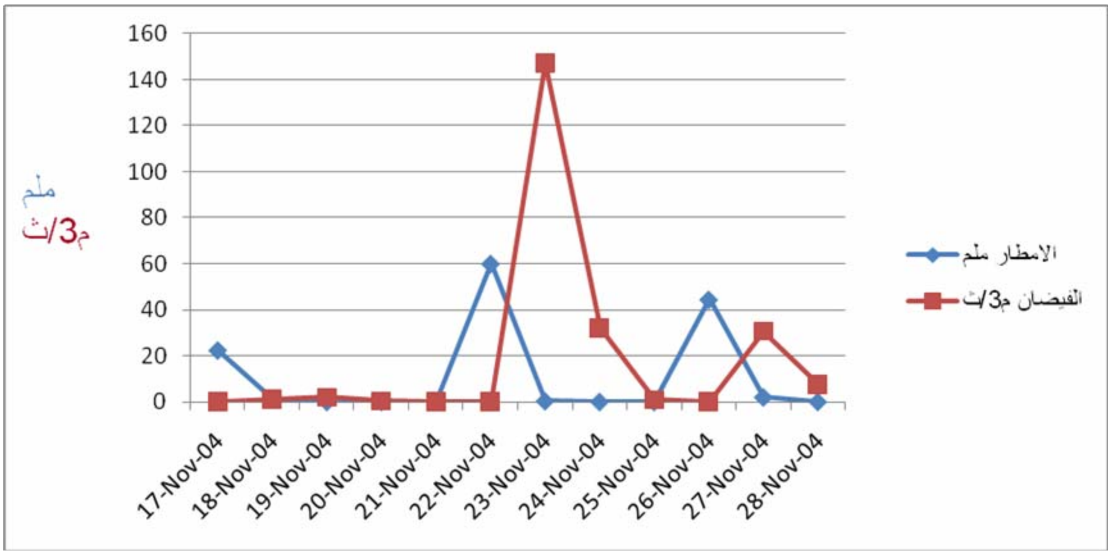
| العاصفة | التاريخ | معدل الامطار (ملم) * | ايام الفيضان | معدل التصريف م$^3$/ ث |
|---|---|---|---|---|
| الاولى | 2004/11/17 | 22.4 | 2004/11/17 | .18 |
| | | | 2004/11/18 | 1.17 |
| | 2004/11/18 | 1 | | |
| | | | 2004/11/19 | 2.16 |
| | | | 2004/11/20 | .49 |
| | | | 2004/11/21 | .20 |
| الثانية | 2004/11/22 | 60 | 2004/11/22 | .19 |
| | | | 2004/11/23 | 147 |
| | 2004/11/23 | .3 | 2004/11/24 | 32 |
| | | | 2004/11/ 25 | .95 |
| الثالثة | 2004/11/26 | 44.4 | 2004/11/26 | .16 |
| | 2004/11/27 | 2 | 2004/11/27 | 30.7 |
| | | | 2004/11/28 | 7.79 |
| | | | 2004/11/29 | 3.84 |
| | | | 2004/11/30 | 1.64 |

**المصدر:1- سلطة وادي الاردن، ادارة سد وادي الموجب، بيانات غير منشوره، 2009**

*** 2- دائرة الارصاد الجويه، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، 2009**

**شكل (40)**

**منحني أثر تتابع العواصف على الجريان السطحي**




كما أن تتابع الأيام الماطره في العاصفه الواحده يظهر أثرها على تصريف الفيضان بوضوح أكثر من تتابع العواصف المطريه، حيث تكون التربه وصلت إلى أقصى درجات التشبع والتسرب وصل إلى أدنى درجه، ويظهر ذلك من خلال العاصفه في يوم 1980/12/26، حيث هطل في ذلك اليوم 46.7 ملم وكانت العاصفه الثانيه في ذلك الشهر الذي يفصلها عن العاصفه الأولى 16يوم وهطل في الأولى 120ملم في يوم 1980/12/10 وبلغت قمة الفيضان في اليوم التالي 26م$^3$/ث فقط،أما العاصفه الثانيه التي هطل بها 46.7 ملم أحدثت فيضان بلغ 60 م$^3$ /ث في اليوم التالي الذي هطل به أيضاً 15ملم، والذي يلاحظ بأن فعالية الأمطار تزايدت في هذا اليوم لتشبع التربه وتدني نسبة التسرب وذهاب معظم الأمطارإلى المجاري المائيه، وأدى هطول الأمطار المستمر في اليوم التالي إلى رفع قمة الفيضان والذي ظهرت مباشره بعد هطول الأمطار وبلغ تصريف الفيضان في نفس اليوم 78م3/ث.

**3- العاصفة المطرية 2-2006/4/3**

ومن خلال بيانات الأمطار اليوميه لمحطات حوض وادي الموجب يلاحظ بأن أكبر الفيضانات العارمه تحدث عندما يكون المطر عميق وغطى كافة أجزاء الحوض، اوتكون شدة المطر وديمومته كبيرة كما يحدث في العواصف الحملية

الشديدة، ونلاحظ بأن اكبر الفيضانات المسجلة في وادي الموجب حدثت بفعل العواصف الحملية، حيث سجل اكبر فيضان في وادي الموجب قبل فترة هذه الدراسة وذلك في 1965/3/23 وبلغت قمته 631م3/ث وفيضان 2006/4/2 الذي بلغت قمته 1330 م3/ث ويظهرالجدول (14) كميات الأمطار في حوض وادي الموجب يومي 2-3 /2006/4 حيث هطل على محطات الحوض الغربي في اليوم الأول معدل 75 ملم وفي اليوم الثاني19 ملم، أما محطات القطرانه وسواقه بلغ اليوم الأول30.5 ملم واليوم الثاني 6. ملم، وبلغ حجم الفيضان 55 مليون م3.

ويظهر الجدول (16) تحليل فيضان سد الموجب لهذه العاصفة، وبدأ الفيضان في صباح اليوم التالي لهطول الامطار الساعة 8.25 صباحاً، وبلغت قمة الفيضان 100 م$^3$/ث واستمرت لمدة 15 دقيقة فقط وبعد ذلك ارتفعت قمته الى 320 م$^3$/ث خلال 25 دقيقه واستمر بالارتفاع حتى بلغت ذروة الفيضان 1330 م$^3$/ث الساعة 12.50 دقيقة ظهراً، وفي نهاية اليوم انخفضت قمة الفيضان الى 291 م$^3$/ث الساعة العشرة ليلاً، واستمر الفيضان لمدة خمسة ايام وكانت قمته في اليوم الخامس 20م$^3$/ث الساعه السابعة صباحاً، ونلاحظ ان الفيضان بدا قوياً وهذه من صفات الامطار الحمليه الشديده التي تكون شدة امطارها تفوق كثيراً قدرة التربة على التسريب مما يذهب نسبة كبيرة من الامطار الى المجاري المائية، كما ان تسارع ارتفاع قمة الفيضان يشير الى مشاركة اجزاء اكثر من مساحة الحوض اي وصول موجات الفيضان من اماكن ابعد حتى وصل الى اقصى طاقه له الساعة 12.50 دقيقة، ثم بداءت قمة الفيضان بالانخفاض لتوقف الهطول وخروج اجزاء كبيره من المساهمه بالفيضان.

وقد بلغ عدد الفيضانات المسجله في محطة طريق الكرك لوادي الموجب، والمسجله في إدارة سد وادي الموجب 124فيضان، هذا ولم يتم تسجيل الفيضانات في خمس سنوات من 92/91- 95/ 96 وكذلك في سنوات 99/98 -2000/99، وسجل أكبر فيضان في فترة الدراسه في العام المائي 2006/2005 في شهر نيسان وبلغت قمته 1330 م$^3$ /ث واعتقد أنه حدث فيضان مشابه في 22-1991/3/23

كان معدل الهطول في هذين اليومين في محطة الكـرك (120،125 ملـم ) وفـي محطة الربه (72ملم، 88ملم) ومحطة حمود (62ملم، 53ملـم)، القـصر(75ملـم، 87ملم)، المزار (120.65ملم)، الجديده (32.14 ملم)، وهذه المعدلات أعظم مـن معدلات الأمطار التي أحدثت فيضان 2-4/4/ 2006 وكلا الفيضانان حدثا في نفس الفتره من السنه تقريباً.

**جدول (16)**

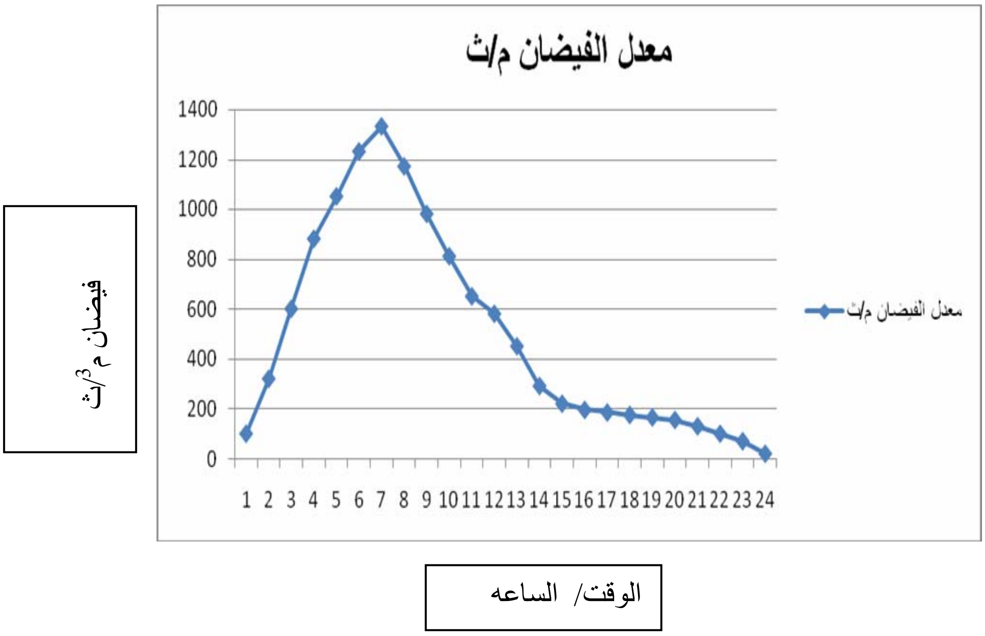
**تحليل فيضان سد وادي الموجب (2-6/نيسان/2006)**

| اليوم | الوقت/الساعة | مدة الفيضان | كمية الفيضان | معدل الفيضان | الفيضان التركمي |
|---|---|---|---|---|---|
| | 8.25 | | 0 | م/ث | 0 |
| | 8.4 | 15د | 90000 | 100 | 90000 |
| | 9.05 | 25د | 480000 | 320 | 570000 |
| | 9.5 | 25د | 900000 | 600 | 1470000 |
| | 10 | 30د | 1584000 | 880 | 3054000 |
| | 10.45 | 45د | 2835000 | 1050 | 5889000 |
| | 11.45 | 60د | 4428000 | 1230 | 10317000 |
| | 12.5 | 45د | 3591000 | 1330 | 13908000 |
| الاول | 13.5 | 60د | 4212000 | 1170 | 18120000 |
| | 14.5 | 60د | 3528000 | 980 | 21648000 |
| | 15.5 | 60د | 2916000 | 810 | 24564000 |
| | 16.5 | 60د | 2340000 | 650 | 26904000 |
| | 18 | 90د | 3132000 | 580 | 30036000 |
| | 20 | 120د | 3240000 | 450 | 33276000 |
| | 22 | 120د | 2097000 | 291 | 35364000 |
| الثاني | 1 | 180د | 2376000 | 220 | 37740000 |
| | 7 | 6ساعات | 4212000 | 195 | 41952000 |
| | 9 | 120د | 1332000 | 185 | 43284000 |
| | 11 | 120د | 1260000 | 175 | 44544000 |
| | 12 | 60د | 594000 | 165 | 45138000 |
| | 13 | 60د | 558000 | 155 | 45696000 |
| | 16 | 180د | 1404000 | 130 | 47100000 |
| االثالث | 7 | 15ساعه | 4320000 | 100 | 51420000 |
| الرابع | 7 | 12ساعه | 3024000 | 70 | 54444000 |
| الخامس | 7 | 12ساعه | 864000 | 20 | 55308000 |

المصدر: سلطة وادي الأردن، إدرة سد وادس الموجب، بيانات غير منشورة، 2009

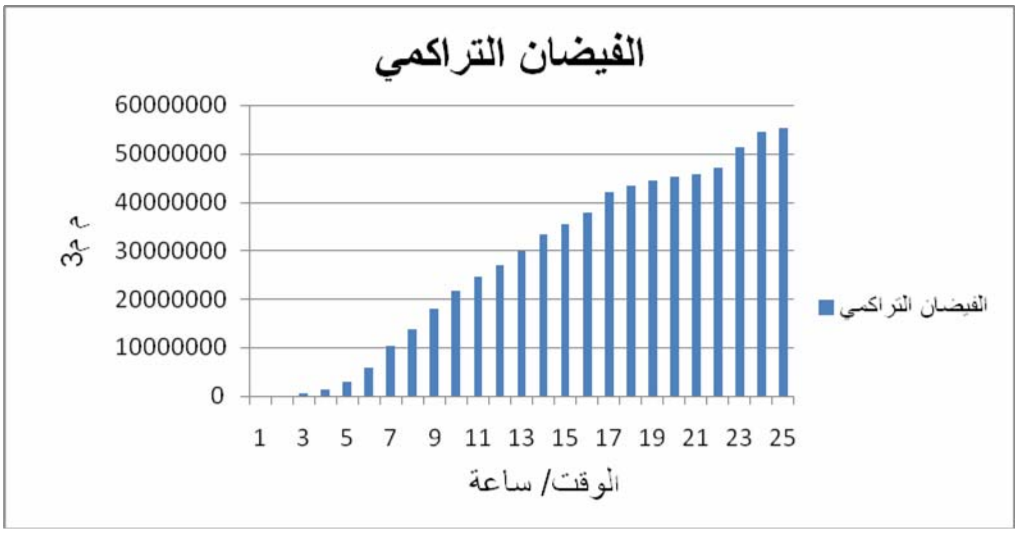
شكل (41)

منحنى فيضان شهر نيسسان 2006




شكل (42)

الفيضان التراكمي لفيضان 2006/4/2



وسجلت أكثر السنوات جفافاً السنه المائيه 1999/1998 وبلغ معدل الأمطار السنويه 138ملم/سنه واحتلت المركز الثاني السنه المائيه 2000/1999 وبلغ معدل الأمطار السنويه 159 ملم/سنه أما أكثر السنوات رطوبه فكانت السنه المائيه 1991/ 1992وبلغ معدل الأمطار السنويه في منطقة الدراسة 459 ملم/سنه تلتهـا الـسنه المائيه 1980/1979 بمعدل أمطار 444 ملم/سنه.

وسجل أكبر عدد من الفيضانات في السنتين المائيتين 2004/2003 و2006 /2007 وبلغ عدد الفيضانات 11 فيضان وأكبر هذه الفيضانات على التوالي 32.6 م$^3$/ث،19.46 م3/ث، كما بلغ عدد الفيضانات في سنه مائيه واحده 8 فيضانات و6 في ثلاث سنوات مائيه و5 في ثلاث سنوات مائيه و4 في ست سنوات مائيه و3فـي ثمان سنوات مائيه، ولم يـتم رصـد الفيـضان فـي عـام 1977/1976 وعـام 1984/1983، كما لم يتم رصد الفيضان في5 سنوات مائيه متتاليه،1992/1991- 1996/1995، ولم يسجل اي فيضان في سنتيين مائيتين،انظر جدول (17)، كما أن أطول فترة فيضان بلغـت 10 أيـام بتـاريخ 18-2004/11/28 وبلغـت قمتـه 147م$^3$/ث.

جدول (17)

الفيضانات في وادي الموجب ( محطة جسر الموجب وسد الموجب)

| السنه المائية | عدد الفيضانات | اكبر فيضان م/ ث | تاريخ الفيضان |
|---|---|---|---|
| 1971-1972 | 8 | 135 | 27-31/12/71 |
| 1972-1973 | 2 | 10.5 | 13-18/01/72 |
| 1973-1974 | 4 | 29.2 | 11-13/02/74 |
| 1974-1975 | 4 | 137 | 21-23/02/75 |
| 1975-1976 | 1 | 98.9 | 12-14/03/76 |
| 1976-1977 | غ. م | غ. م | غ. م |
| 1977-1978 | 6 | 96.7 | 4-5/01/78 |
| 1978-1979 | 2 | 3.2 | 7-9/01/79 |
| 1979-1980 | 6 | 60 | 24-26/02/80 |
| 1980-1981 | 3 | 77 | 26-29/12/80 |
| 1981-1982 | 6 | 164 | 14-16/04/82 |
| 1982-1983 | 3 | 3 | 23-26/01/83 |
| 1983-1984 | غ. م | غ. م | غ. م |
| 1984-1985 | 4 | 5 | 13-14/12/84 |
| 1985-1986 | 3 | 2 | 18-21/12/85 |
| 1986-1987 | 3 | 42 | 14-20/03/87 |
| 1987-1988 | 5 | 95 | 16-22/01/88 |
| 1988-1989 | 4 | 68 | 24-30/12/88 |
| 1989-1990 | 3 | 11 | 2/4/1990 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1990-1991 | 3 | 1.5 | 25-29/01/91 |
| 1991-1992 | غ. م | غ. م | غ. م |
| 1992-1993 | غ. م | غ. م | غ. م |
| 1993-1994 | غ. م | غ. م | غ. م |
| 1994-1995 | غ. م | غ. م | غ. م |
| 1995-1996 | غ. م | غ. م | غ. م |
| 1996-1997 | 5 | 34 | 15-16/11/97 |
| 1997-1998 | 4 | 25 | 10-14/01/98 |
| 1998-1999 | -- | --- | --- |
| 1999-2000 | -- | --- | --- |
| 2000-2001 | 5 | 124 | 2-3/04/01 |
| 2001-2002 | 3 | 115 | 7-9/01/02 |
| 2002-2003 * | 3 | 108 | 17/12/02 |
| 2003-2004* | 11 | 32 | 15-16/12/03 |
| 2004-2005 * | 6 | 147 | 20-21/11/04 |
| 2005-2006 * | 4 | 1330 | 2-6/04/06 |
| 2006-2007 * | 11 | 19 | 20-21/01/07 |
| 2007-2008 * | 3 | 6 | 1-2/2/08 |
| 2008-2009 * | 5 | 241 | 2/11/2008 |

المصدر: وزارة المياه والري، قسم المياه السطحية، بيانات غير منشوره، 2009

*المصدر: سلطة وادي الاردن، ادارة سد وادي الموجب، بيانات غير منشوره 2009

المصدر: وزارة المياه والري، قسم المياه السطحية، بيانات غير منشوره، 2009

## تحليل فيضان 1-2009/3/2

بدأ الفيضان بتاريخ 2009/3/1 الساعة السادسة صباحاً بمعدل 5م$^3$ /ث جدول (18)، حيث بدأ الهطول من بعد ظهر اليوم السابق 2009/2/28 واستمر طوال الليل وتوقفت الامطار في الصباح ثم انهمرت الامطار الساعة العاشرة صباحاً وحتى الساعة الثانية عشرة، واعلنت الارصاد الجوية بأن معدل الهطول بلغ 20 ملم في الكرك، وقد قام الباحث بقياس الجريان على وادي الدكاكين الساعة الثامنة صباحاً يوم 2009/3/1 ويوضح الشكل (44 ) الطريقة المتبعة في قياس الجريان، واستخدمت المعادلة التالية لحساب معدل الجريان:

U =w h v

U: حجم الجريان (م3/ث)

W: متوسط العرض (م)

h: متوسط العمق ( سم )

V: السرعة (م / ث)

$$W = \frac{12+14+11}{3} = \frac{37}{3} = 12.3m$$

$$h = \frac{37+65+96}{9} = 26cm$$

$$V = \frac{20}{11} = 1.8\ m/sec$$

$$U = 12.3 \times 0.26 \times 1.8 = 5.75 \quad = 6m^3/sec$$

وبناءاً على معلومات جدول (18) فأن كمية الفيضان من الساعة السابعة الى الساعة الثامنة بلغت 107 الاف م$^3$، ومعدل الفيضان 30 م$^3$/ث، وبلغت كمية الفيضان خلال نفس الفترة 22 الف م$^3$ في وادي الدكاكين وتشكل مانسبته 20% من كمية الفيضان في سد وادي الموجب خلال تلك الفترة،علماً إن الفيضان اشتد حدةً بعد فترة القياس وذلك لهطول الامطار وذوبان الثلوج في منطقة المزار ومؤتة، وبلغ الفيضان قمته الساعة الواحدة ظهراً بمعدل 91 م$^3$/ث، وبلغت كمية الفيضان خلال هذه العاصفة 3.5 مليون م$^3$، واذا اعتمدنا معدل الهطول المعلن من دائرة الارصاد الجوية فأن حجم الهطول على الحوض الجنوبي الغربي يمكن حسابه كالاتي:

حجم الهطول = $\frac{20}{1000} \times 604 \times 10^6$ = 12 مليون م$^3$

وبناءاً على نسبة الجريان للعواصف المطرية المقدرة بـ 20 % تقريباً من الهطول فأن مساهمة الحوض الجنوبي الغربي تساوي:

$\frac{12000000 \times 20}{100}$ = 2.4 مليون م$^3$

ونلاحظ بأن مساهمة الحوض الجنوبي الغربي بلغت 2.4 مليون م$^3$ وتشكل ما نسبته 68% من كمية الفيضان في سد وادي الموجب البالغة 3.5 مليون م$^3$

جدول (18 )

تحليل فيضان 1-2009/3/2

| التاريخ | الوقت/ساعة | الفيضانالتراكمي | كمية الفيضان | معـدل الفيـضان م3/ث |
|---|---|---|---|---|
| **3/1/2009** | 6:00 | 18272426 | 18272426 | 5.17 |
| **3/1/2009** | 7:00 | 18304426 | 32000 | 8.89 |
| **3/1/2009** | 8:00 | 18411306 | 106880 | 29.69 |
| **3/1/2009** | 9:00 | 18539984 | 128678 | 35.74 |
| **3/1/2009** | 10:00 | 18723053 | 183069 | 50.85 |
| **3/1/2009** | 11:00 | 18885322 | 162269 | 45.07 |
| **3/1/2009** | 12:00 | 19157270 | 271948 | 75.54 |
| **3/1/2009** | 13:00 | 19486088 | 328818 | 91.34 |
| **3/1/2009** | 14:00 | 19740042 | 253954 | 70.54 |
| **3/1/2009** | 15:00 | 19928802 | 188760 | 52.43 |
| **3/1/2009** | 17:00 | 20196835 | 268033 | 37.23 |
| **3/1/2009** | 19:00 | 20387846 | 191011 | 26.53 |
| **3/1/2009** | 21:00 | 20511845 | 123999 | 17.22 |
| **3/1/2009** | 23:00 | 20579667 | 67822 | 9.44 |
| **3/2/2009** | 7:00 | 20715649 | 135982 | 4.87 |
| **3/2/2009** | 10:00 | 20749714 | 34065 | 3.15 |
| **3/2/2009** | 14:00 | 20863467 | 113753 | 7.90 |
| **3/2/2009** | 17:00 | 20886254 | 22787 | 2.10 |
| **3/3/2009** | 7:00 | 20920459 | 34205 | 0.79 |
| **3/3/2009** | 11:00 | 20931867 | 11408 | 0.79 |
| | | | 2659441 | |

المصدر: سلطة وادي الاردن، ادارة سد وادي الموجب، بيانات غير منشورة، 2009

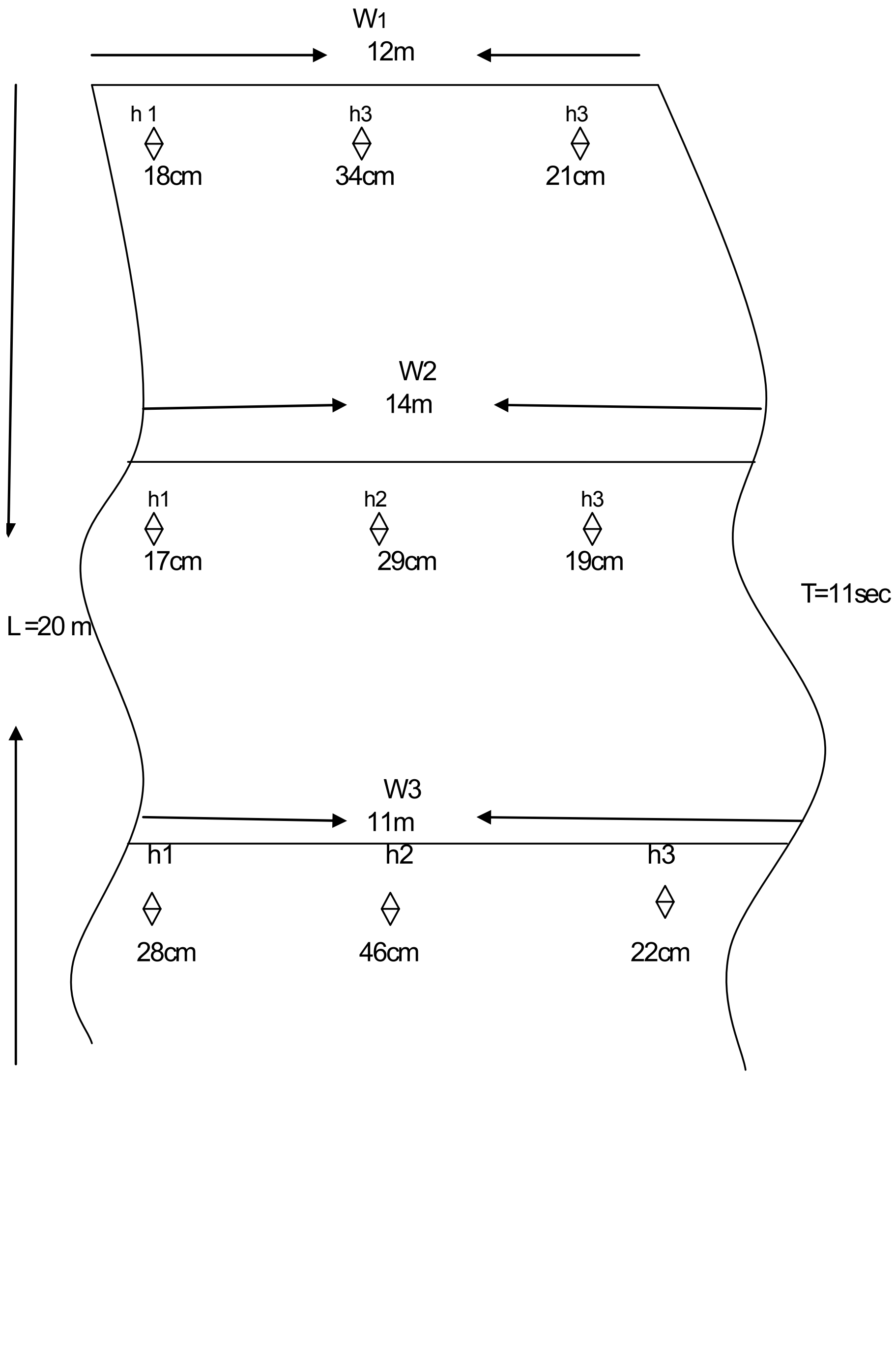
شكل (43)

منحنى فيضان العاصفة المطرية 1-2009/3/2



شــكل (44)

الطريقة المتبعة لقياس الجريان في وادي الدكاكين



## 4.4 التصريف المائي الدائم لوادي الموجب

لقد أصبح التصريف اليومي والشهري والفصلي ثابتاً تقريباً بعد إنشاء سد وادي الموجب عام 2003، حيث يحتجز السد جزء من الفيضانات وتصريف الأساس للوادي باستثناءحالات الفيضانات الكبيره والتي تتجاوز القدره الإستيعابيه للسد، ولم يحدث تجاوز القدره الإستيعابيه لسد وادي الموجب إلا نهاية الأعوام المائيه 2006/2005،حيث كان المخزون في السد 33 مليون م$^3$ حتى يوم الفيضان العارم بتاريخ 2-2006/4/3و تجاوز الفيضان القدره الإستيعابيه للسد خلال أقل من ساعتين من بدء الفيضان، وقد بدأ الفيضان الساعه 8.25 وبدأ السد بالفيضان الساعه العاشره،وفقد خلال هذا الفيضان مايقارب 55 مليون م$^3$ وبلغت كمية الأمطار الإجماليه للفيضان حوالي 58مليون م$^3$، والعام المائي 2007/2006 حيث بدأتجاوز القدره الإستيعابيه لسد وادي الموجب مع فيضان 2007/1/21 وضاع خلال هذا الفيضان ما مقداره 3.6مليون م$^3$.

ثم جاء فيضان 2007/2/4 وانصرف للوادي ما مقداره 173الف م$^3$، وتلاه فيضان 2007/2/10 وانصرف خلاله إلى الوادي 20 الف م$^3$،ثم جاء فيضان 15-2007/3/16 وانصرف خلال هذا الفيضان إلى الوادي 478الف م$^3$، وبلغ مجموع ما صرف إلى الوادي خلال هذا العام المائي 4.5 مليون م$^3$.

أما التصريف اليومي لوادي الموجب في الجزء الاعلى من الوادي فهو ثابت تقريباً حيث بلغ 400م$^3$ / اليوم وهو الكميه الناتجه عن التسرب الطبيعي من أسفل السد ويعد المزود الرئيسي لهذه المياه هو مخزون السد.

كما يعتمد الجريان الدائم لوادي الموجب والذي يظهر على بعد 12كم من المصب على البحر الميت على الماء الباطني، حيث يرفده العديد من الينابيع في الجزء السفلي من الوادي بالإضافه إلى التسرب الدائم من أرضية سد الموجب والذي تدعم إستمرار جريان الأساس، حيث أصبح الجريان السطحي عند مخرج وادي الموجب قليل التذبذب، وينتج التذبذب البسيط عن التغير في جريان وادي الهيدان والينابيع التي يكون مصدرها الأحواض المائيه.

وتم حساب تقديري للإنتاج المائي لوادي الموجب والهيدان الناتج من الجريـان الدائم عند ملتقى الهيدان والموجب، وقد أستعملت الطريقه التاليه:

1- تم اختيار ثلاثة مقاطع طول كل مقطع 10م على وادي الموجب ووادي الهيدان، والمجرى الرئيسي لكلا الواديين.

2- تم اختيار ثلاث نقاط متباعده على مجرى كل مقطع ووضـع علامـه وقيـاس عرض المقطع عند كل نقطه. وحساب المتوسط الحـسابي للمقـاطع العرضـيه الثلاث.

3- قياس عمق المياه الجاريه على طول كل مقطع عرضي، بواقع 5 نقاط لقيـاس العمق على مقطع عرضي، وحساب المتوسط الحسابي لجميع النقاط.

4- القاء كره مجوفه من بداية كل مقطع وحساب الزمن الذي تستغرقه الكره حتـى الوصول إلى نهاية المقطع وتكرار ذلك ثلاث مرات، وحساب المتوسط الحسابي للزمن المستغرق. ويبين الشكل ( 45) الطريقه التي تم بها تقدير الإنتاج المائي.

واستعملت المعادله التاليه لحساب الإنتاج المائي لوادي الموجب ووادي الهيـدان وكلا الواديين:

$$U = w\ h\ v$$

U: حجم الجريان (م3/ث)

W: متوسط العرض ( م )

h: متوسط العمق ( سم )

V: السرعة ( م / ث )

وطبقت المعادله على وادي الموجب كالتالي:

$$W = \frac{w1 + w2 + w3}{n}$$

$$W = \frac{6.71 + 5.46 + 4.11}{3} = \frac{16.28}{3} = 5.4266\ m$$

$$h = \frac{(h_1 + h2 + h3 + h4 + h5)}{n} + \frac{(h_1 + h2\ \ h3 + h4 + h5)}{n} + \frac{(h_1 + h2 + h3 + h4 + h5)}{n}$$

$$h = \frac{(35 + 36 + 41 + 38 + 32)}{5} + \frac{(43 + 44 + 45 + 42 + 38)}{5} + \frac{(48+51+54+46+41}{5}$$

$$h = \frac{182}{5} + \frac{212}{5} + \frac{240}{5}$$

$$h = \frac{36.4 + 42.4 + 48}{3} = \frac{126.8}{3} = 42.26 \text{ cm}$$

$$T = \frac{t1 + t2 + t3.....}{n}$$

$$T = \frac{13 + 12 + 14}{3} = 13 \text{ sec}$$

$$V = \frac{L}{T} = \frac{10}{13} = .769 \text{ m / sec}$$

L: طول المقطع

t: متوسط الزمن المستغرق خلال المقطع الطولي.

U: 5.4266 ×.4226 ×.769 = 1.7635m3/sec

ومن خلال هذه النتيجه يمكن تقدير الإنتاج المائي السنوي على فرض ثبات الجريان على مدار العام، وقد تم إجراء القياس في 2006/6/20 أي أن الجريان معرض للزياده خلال الشتاء والربيع. وبلغ الإنتاج المائي المقدر للجريان الدائم في وادي الموجب 56 مليون م3 سنوياً.

وبتطبيق نفس المعادله على وادي الهيدان تم التوصل إلى مقدار الإنتاج المائي كالتالي:

h = 22.5 cm
W = 4.823 m
V =. 4854 m/sec

U = 4.823 ×.225 ×. 4854= .5267 $m^3$/sec

وبلغ الإنتاج المائي في وادي الهيدان 16.5 مليون $م^3$ سنوياً، ويعد وادي الهيدان أكثر تذبذباً من وادي الموجب الإ ان وقت إجراء قياس حجم الجريان كان في أحد الشهور الجافه (20 /2009/6 ) مما يشير الى أن التصريف في الوادي اقترب من حده الأدنى، الذي سبقه فصل الشتاء والربيع الأكثر تصريفاً ويتبعه الأشهر الأشد جفافاً تموز وآب وأيلول وتشرين اول، مما يعطي تقديراً منطقياً لحجم الجريان في وادي الهيدان.

كما تم تقدير حجم الإنتاج المائي الدائم لوادي الموجب والهيدان وبنفس الطريقه السابقه، وبعد إجراء الطرق الحسابيه بلغ معدل العرض ( W ) 6.9 م ومعدل العمق ( h ) 38.58 سم ومعدل الزمن المستغرق 11.33م/ث، كما بلغت سرعة تيار المياه

الجاريه 882. ومن خلال هذه المعطيات تم حساب معدل التصريف لوادي الموجب والهيدان معاً. وبتطبيق المعادله التاليه تم تقدير الإنتاج المـائي لـوادي الموجـب والهيدان، كما يظهر الشكل رقم ( 47 ) تفاصيل إجراء ات القياس.

U = w h v

= 6.9 × 382 ×.882

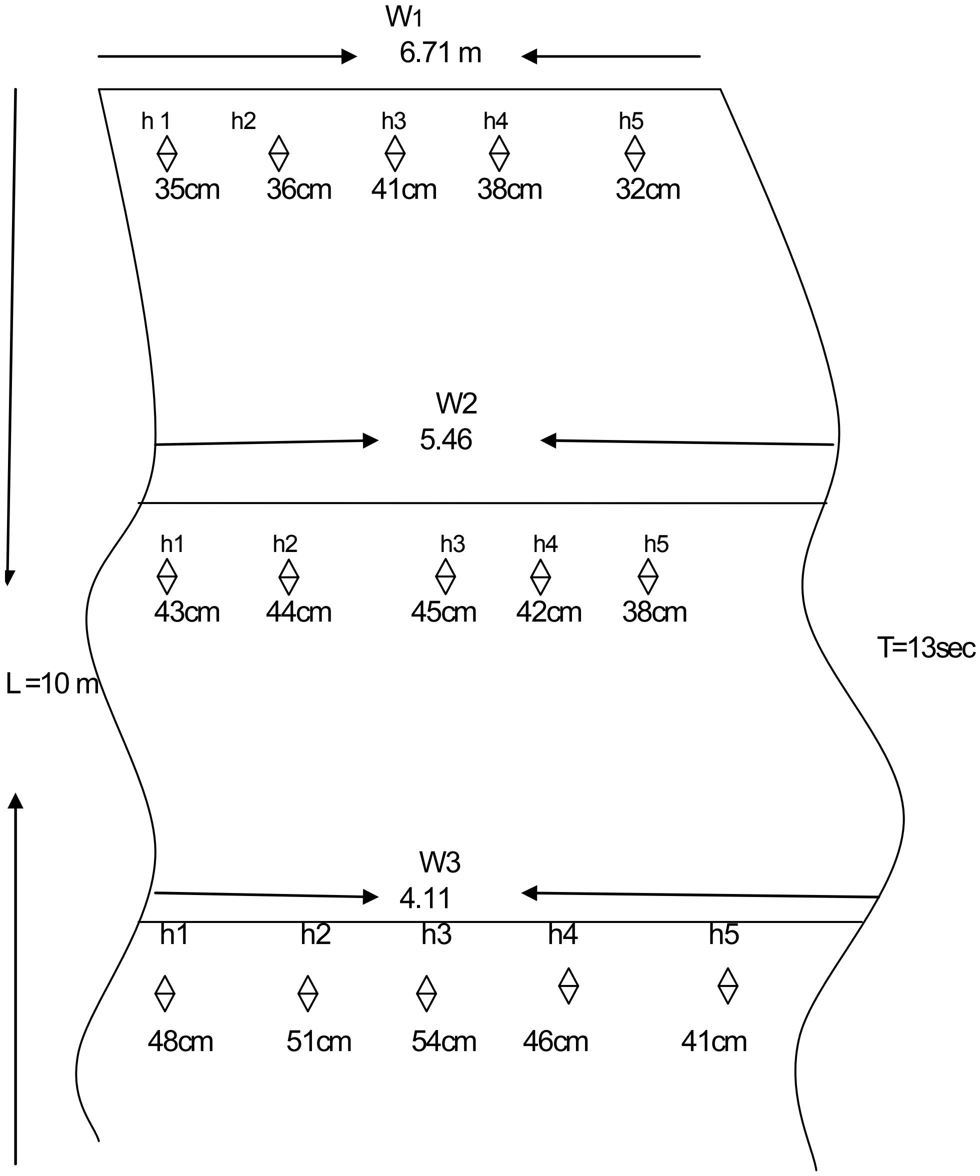
= 2.3247756 m3/sec

ومن خلال هذه النتيجه يمكن تقدير الإنتاج المائي الـدائم لـوادي الموجـب والهيدان ويبلغ تقريباً 73 مليون م3/سنوياً، كما ويضاف إليه حجم الفيضان الـسنوي والذي يجب أن يراعى فيه كمية المساهمه السنويه في فترة الجفاف للجريان الـدائم، والتي يمكن معرفتها من خلال النقص الطبيعي في خزان السد وتحديد كمية التبخر، وقد بلغ معدل الفيضان السنوي الواصلة للسد في فترة مابعد إنشاء سد الموجب عام 2003 (20 مليون م$^3$ )، كما بلغ معدل الفيضان السنوي للفتره التي سبقت إنـشاء السد (16 مليون م$^3$)، لذا فإن معدل الفيضان العام لـوادي الموجـب يبلـغ تقريبـاً (18 مليون م$^3$ ) اما كمية ما ينتجه وادي الموجب تقريباً من المياه الزرقاء سـنوياً يبلغ (74 مليون م$^3$ )، وما ينتجة الموجب والهيدان سنوياً يبلغ تقريباً ( 90.5 مليون م$^3$ ) بدون حساب الفيضان السنوي لوادي الهيدان.

وتظهر الشكل (48) ملتقى وادي الموجب مع وادي الهيدان التي تم فيها قياس كمية الجريان في وادي الموجب وفي وادي الهيدان، كما يظهر الـشكل (49) المجـرى الرئيس لكلا الوادين

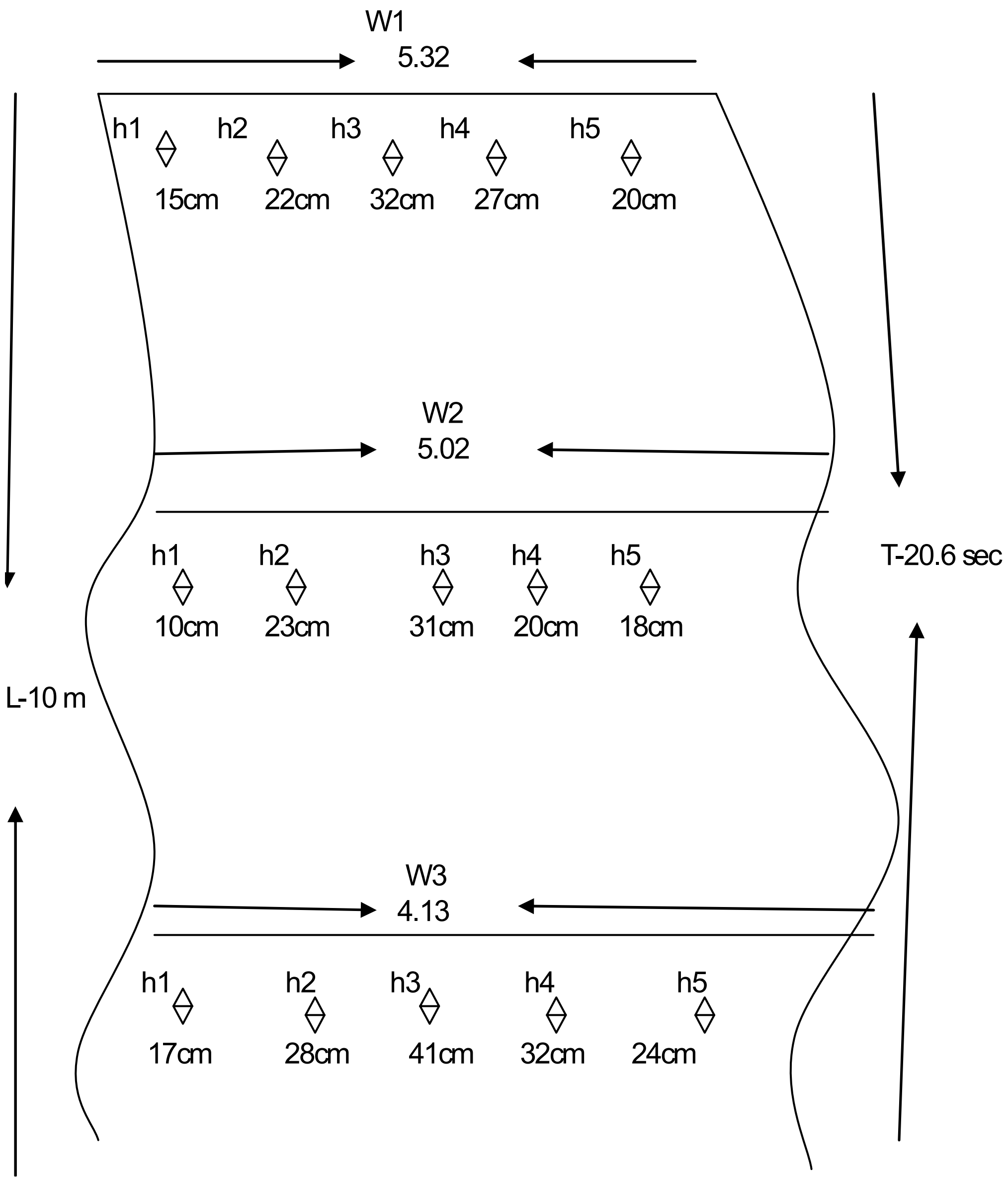
**شــكل (45)**

لطريقة المتبعة لقياس الجريان في وادي الموجب



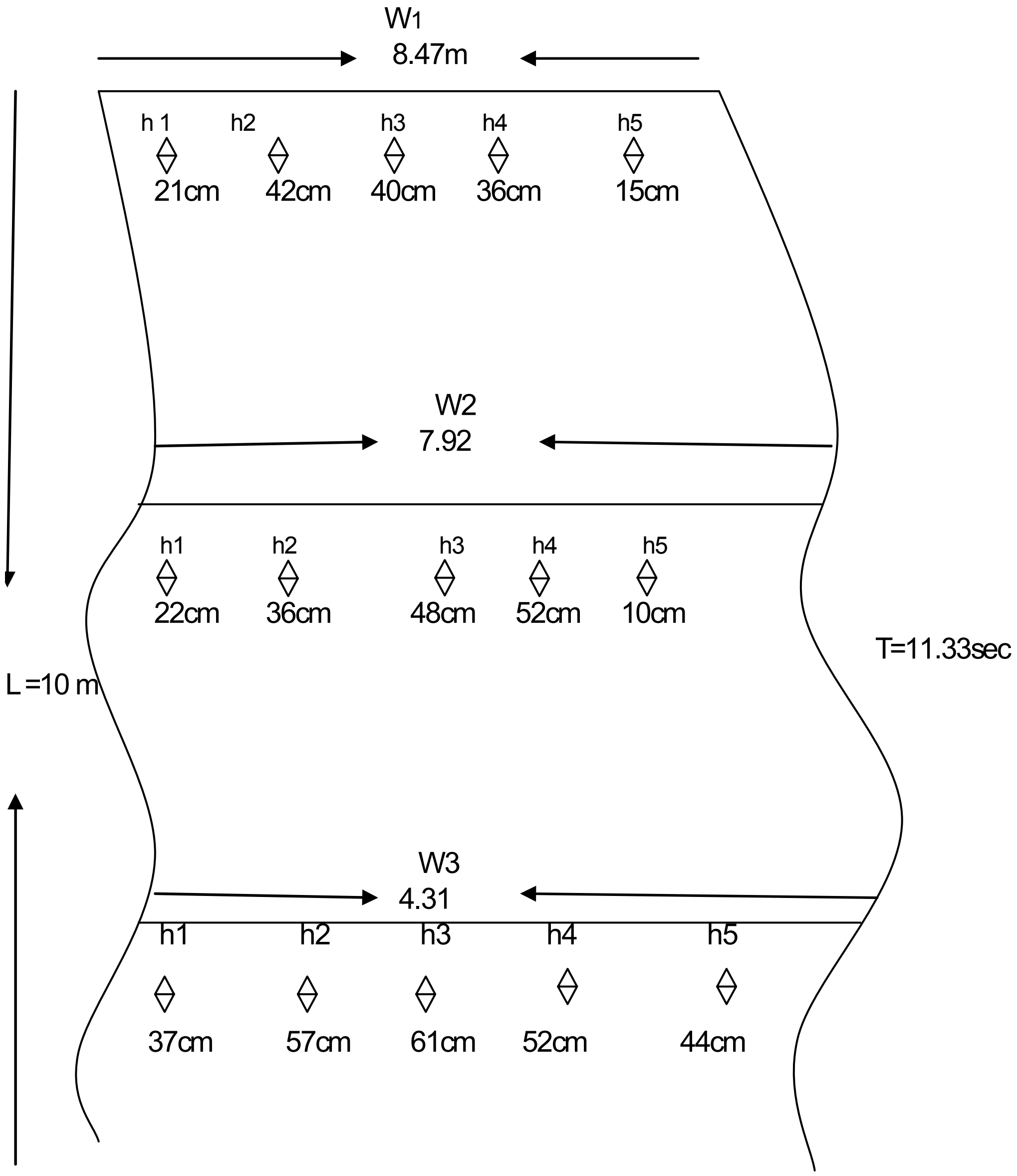
# شكل (46)

لطريقة المتبعة لقياس الجريان في وادي الهيدان



**شكل(47)**

الطريقة المتبعة لقياس الجريان في وادي الموجب & الهيدان



شكل (48)

ملتقى وادي الموجب ووادي الهيدان




**شكل (49)**

**المجرى الرئيس لوادي الموجب والهيدان**



## 5.4 نوعية المياه والعوامل المؤثره عليها

تعرف نوعية المياه عادة حسب الإستعمالات المستهدفه، كنوعيـة ميـاه الشرب و السباحة و الري وتوليد الطاقه الكهربائيه أو التصنيع....الـخ، ونوعيـة المياه بشكل عام تشمل مجموعة الخواص الفيزيائيه والكيميائيه والبيولوجيه، ولـيس بالضروره تحديد جميع هذه الخواص لنوعية المياه المـستعمله، فمـثلاً يجـب أن لاتحتوي المياه المستعمله في الري على تركيز عالي للأملاح، كما أن الميـاه التـي تستعمل للتبريد يجب أن تكون درجة الحراره لها منخفضه، كذلك المياه المـستعمله للسباحه يجب أن تحتوي على أعداد قليله من الكائنات الحيه الناقله للعدوى، ومن هنا يظهربأن الماء الذي يقبل في إستعمال معين قد لايقبل في إستعمالات أخرى.

وتؤثرالعوامل الطبيعيه كالمناخ ومكونات التربـه والـصخور والغطـاء النباتي، وأيضاً نشاطات الإنسان في نوعية المياه، فعندما تتلـوث الميـاه الطبيعيـه بنشاطات الإنسان إلى درجة لايمكن معها أن تفي بالإستعمال الخاص، فإن هذا النوع من المياه يسمى ملوثاً .Polluted (طاحون،2004)

كما تتعرض المياه السطحيه إلى عوامل كثيره تجعلهـا ملوثـه وغيـر قابلـه للإستخدامات البشريه مباشره، ففي الأحواض النهريه والمسطحات المائيه تحتـوي على مواد عالقه وكائنات حيه دقيقه ضاره، بالإضـافه إلـى المخلفـات البـشريه والحيوانيه والنباتيه والزراعيه التي تزيد من تلوث هذه المياه، لدرجة أن كثيراً مـن الأمراض المعديه والوبائيه تكون ناتجه عن إستعمال المياه الملوثه بطريقه ما مثـل الكوليرا، التيفوئيد، إلتهاب الكبد الوبائي، الدوسنتاريا الأميبيه...الخ.

وقد **أصدرت منظمة الصحه العالميه عام 1961 التعريف التالي لتلوث المياه وهو**:أي تغير يطرأ على الخصائص الطبيعيه والكيميائيه والبيولوجيه للمياه بـسبب تغير حالتها بطريق مباشر أو غير مباشر، بحيث تـصبح الميـاه أقـل صـلاحيه للإستعمالات الطبيعيه المخصصه لها سواء للشرب أوللإسهلاك المنزلي أو الزراعي أوغيره. (أبو سعده،2000)

## 6.4 مصادر تلوث المياه في مناطق الدراسه

عند إستعراض دورة المياه في الطبيعه، حيث المياه في حركه دائمه ومستمره، فهي تسخن بفعل حرارة الشمس، وتصعد إلى الغلاف الجوي بالتبخر – النتح وتبرد في طبقات الجو العليا، حيث تتوافر ظروف التكاثف فتعود إلى سطح الأرض علـى شكل هطول بأنواعه السائله أو الصلبه تجري على سـطح الأرض فـي المجـاري المائيه إلى الأنهار أوتتسرب إلى باطن الأرض لتشكل المياه الجوفيه

**التلوث الطبيعي**

يبدأ التلوث الطبيعي لمياه الأمطار بالفضاء، حيث تخـتلط المـواد والغبـار والغازات الصادره عن المصانع وحرق الوقود مع الأمطار الساقطه لتعود إلى سطح الأرض حيث تعمل مياه الأمطار أثناء سقوطها على غسل الهواء الذي تمـر مـن خلاله، وتذيب كثيراً من المواد الصلبه والغازيه المتواجده فيه، فنجد أن مياه الأمطار تحتوي على غازات الهواء الجوي بالإضافه إلى الغبـار والأتربـه وغيرهـا مـن الملوثات العائمه بالفضاء كما أن المخلفات الطبيعيه لأجسام الحيوانـات والمـواد العضويه الميته التي تأخذ طريقها إلى المياه من التربه التي يسقط عليهـا المطـر، بالإضافه إلى حبيبات التربه المفككه ونواتج تجوية الصخور والرواسـب المعدنيـه التي تحمل مع المياه الجاريه خلال العواصف المطريه(الحسين،2004).

**التلوث الزراعي**

تمثل الأنشطه الزراعيه المتعلقه بإنتاج الغذاء النباتي والحيـواني، القاعـده الأساسيه في بقاء الحياه وإستمرارها، حيث الزراعه الحجر الأساسـي فـي تـوفير الغذاء والمسكن والملبس للإنسان، ومع التوسع في الإنتاج الزراعي إستجابه للنمـو السكاني المتزايد فقدت الأرض خصوبتها بسبب نقل المنتج إلى التجمعات الـسكنيه، الأمر الذي يفقد التربه خصوبتها الطبيعيه مما يدفع الإنسان إلى تعويض هذا الفقـد عن طريق الأسمده والمركبات الكيماويه. كمـا أن مهاجمـة الحـشرات والآفـات للمحاصيل دفعت الإنسان إلى إستخدام المبيدات الكيماويه للقضاء عليها.

وليس بالضروره أن تكون الملوثات ذات تأثيرضـار دائمـاً، حيـث تعـد المبيدات ملوثاً بيئياً ضاراً أحياناً ونافعاً أحيأناً، وتؤدي المبيـدات دوراً هامـاً فـي

رفاهية الإنسان، حيث تحمي المحاصيل والحيوانات المنزليه من الأمراض، كما تدفع عنه الحشرات التي تحمل الأوبئه والأمراض وهي من ناحيه أخرى سـامه تـسبب العديد من المشكلات الصحيه مثل أمراض الكبد والسرطان وغيرها من الأمـراض الفتاكه.

وقد أستعملت المبيدات منذ قديم الزمان، فاستخدم الـصينيون الـزرنيخ لتفـي بالغرض، إلاّ أن البدايه الفاعله كانت بعد الحرب العالميه الثانيـه، حيـث ظهـرت المبيدات ظهوراً تجارياً فظهرت المبيدات المكلورة والمبيدات الفسفوريه العـضويه بداية الخمسينات ويوجد الآن أكثر من 900 ماده كيميائيه تستعمل كمبيدات حشريه وفطريه ومبيدات للأعشاب المختلفه.(الردايده،2004 )

كما أن الأسمده التي تضاف الى التربـه الزراعيـه بقـصد زيـادة مـستوى العناصرالغذائيه أو تعويض النقص في هذه العناصر ورفع كفاءة الإنتاج للمحاصيل تؤدي دوراً هاماً في تحسين الإنتاج الزراعي، وتكون هذه الأسـمده إمـا عـضويه كمخلفات الحيوانات أو كيماويه ذات عنصر كيميائي واحد أو أكثر وتقسم العناصـر الغذائيه من حيث قيمتها الغذائيه إلى قسمين:

1- **عناصر غذائيه كبرى Macro nutrients:** وهي العناصـر الغذائيـه التـي تحتاجها النباتات بكميات كبيره نسبياً مثل النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم.
2- **عناصر غذائيه صغرى Micro nutrients**: وهي العناصر الغذائيـه التـي تحتاجها النباتات بكميات صغيره نسبياً مثل الحديد والزنك والنحاس...الخ

وتظهر بؤر التلوث الزراعي في عدة مواقع من منطقة الدراسه، وهذه المواقـع تعتمد على الأسمده لزيادة إنتاج المحاصيل، كما تستعمل المبيدات الحشريه والفطريه للقضاء على الآفات الضاره بالمحاصيل وتشكل هذه البؤر مصدر تهديـد بـالتلوث لنوعية المياه في حوض وادي الموجب وتتموضع بؤر التلوث الزراعي في حوض وادي الموجب في الأماكن التاليه:

1- مناطق **زراعة الخضروات في منطقة سد سواقه**:وتبلغ مـساحة المزروعـات 260 دونم، و تقع في المنطقه الشرقيه الشماليه لسد وادي الموجب وتبعد عـن موقع السد مسافة 25 كم.

2- **مناطق سد القطرانه**:وتبلغ مساحه المزروعات1950 دونم، وتقع إلى غرب لواء القطرانه وتبعد عن موقع سد الموجب مسافة29 كم شكل رقم ( 50 ).

3 **منطقة سد السلطاني**: وتقع في الجزء الجنوبي الشرقي من حوض وادي الموجب، وتبلغ مساحة المزروعات80 دونم، وتبعد عن موقع سد الموجب مسافة55 كم.

4- **زراعة الخضراوات في منطقة اللجون**: على جانبي وادي اللجون بالقرب مـن التقاء وادي اللجون مع المجرى الرئيسي القـادم مـن وادي الـدكاكين ووادي القطرانه، وتعتمدهذه الزراعه على التدفق الطبيعي لنبع اللجون وتبلغ مـساحة المزروعات 740 دونم، وتبعدعن سد وادي الموجب مسافة 23 كم.

5- **زراعة الخضراوات على ضفاف سد وادي الموجب في منطقة نخل والسفوح** الشماليه وتبلغ مساحة المزروعات 250 دونم.

6- إنتشار زراعة أشجار الزيتون في مساحات متعدده في الحوض الغربي لوادي الموجب بالإضافه إلى زراعة الأشجار المنزليه داخل المناطق الحـضريه لحـوض وادي الموجب.



**شكل ( 50 )**

**المزروعات حول سد القطرانه، وتقع فلكياً (8ً-15َ –31 ْ شمالاً)(57ً –01َ –36 ْ شرقاً )**

وتقع مناطق زراعة الخضروات في حوض وادي الموجب ضمن مناطق التربه الصحراويه المتدنية الخصوبه بإستثناء مناطق زراعة أشجار الزيتون التي تقع في مناطق تربة البحر المتوسط العالية الخصوبه، لذا فإن زراعة الخضراوات المعتمده على الري في مناطق السدود الترابيه حول سد القطرانه و سواقه وسد السلطاني فهي بحاجه إلىإضافة المخصبات بشكل كبير، ويستخدم ما يقارب 4 طن لكل 10 دونمات من مخلفات حيوانيه أكثرها مخلفات الدواجن خلال مرحلة تجهيز الأرض للزراعه من منتصف شهرآذار(مقابله مع المزارعين) بقصد زيادة مستوى العناصر الغذائيه القابله للإمتصاص من قبل المحاصيل الزراعيه ورفع الكفاءة الإنتاجيه لهذه المحاصيل.وتؤدي الأسمده دورا هاما في تحسين الإنتاج الزراعي كماً ونوعا، إلا أن الإستعمال العشوائي وغير المدروس علمياً، أصبح عاملاً يهدد التوازن البيئي، ويستخدم للمزروعات نوعان من الأسمده:-

1- الأسمده العضويه كتلك المستخدمه في تجهيز التربه للزراعه كمخلفات الحيوانات

2- المركبات الكيميائيه ذا ت العنصر الكيميائي الواحد أو أكثر التي تحتاجها النباتات

بكميات صغيره نسبياً، وتتبع مراحل النمو للمزروعات مثل تثبيت الثمار (الردايده،2004)



**شكل ( 51)**

**مخلفات الدواجن بجانب مزارع حول سد الموجب**

ويحدث بأن النبات لايستهلك كل العناصر الغذائيه في الأسـمده المـستعمله سواء العضويه أو الغير عضويه، وهذه الكميات الغير مستهلكه هي التـي تـشكل الخطوره على نوعية المياه في منطقة الدراسه، وإن كانت بعض المركبـات التـي تختزن في جسم النباتات تعود إلى التربه مره أخرى بعد إنتهاء موسـم الزراعـه، وتضاف إلى الكميات الغير مستهلكه من اللأسمده (أبو سعده، 2000 ).

وهناك ثلاثة أحتمالات تنتهي إليها بقايا الأسمده، أما أن تبقى وتتراكم داخـل قطاع التربه أو أنها تتطاير إلى الغلاف الجوي او انها تغسل و تنتقـل مـع المـاء ويحدث ذلك بطريقتين:.

1 – يحدث الغسل أما عن طريق الري حيث تذهب البقايا المتحلله من الأسمده مـع المياه وتتسرب إلى باطن الأرض حتى تصل مستوى المياه الجوفيه وتلوثها،

2- أويتم الغسل بعد سقوط الأمطار، ويحدث ما حدث في الحاله الأولى. حيـث ان بقايا الأسمده المتحلله والغير متحلله في الطبقه العليا تنتقل من التربـه خـلال جريان العواصف المطريه مع السيول إلى السدود.

وتتكون معظم الأسمده المضافه الى التربه من مركبات فوسفاتيه، نيتروجينيه أو بوتاسيه.

1- المركبات الفوسفاتية: غالباً ماتكون كمياتها تفـوق قـدرة المحـصول علـى إستعمالها وهي مركبات بطيئة الحركه في التربه، وتتحد بقـوه مـع مركبـات الحديد والألمنيوم وأكسيد المنغنيز، ومع التربه الطينيه، وتبقـى داخـل قطـاع التربه كأحد مكوناتها.

2- المركبات البوتاسيه: وهي من النوع سريع الذوبان في التربـه، لـذا يـسهل إمتصاصه من قبل المحاصيل، والجزء المتبقي منه داخل التربه وينتقل مع الماء إلى باطن الأرض حتى يصل إلى للمياه الجوفيه ويلوثهـا أو ينقـل بواسـطة جريان العاصفه المطريه.

3- المركبات النيتروجينيه: وهذه المركبات تتأكسد وتتحول إلى نيترات، حيث يتم إمتصاص جزء منه من قبل المحاصيل، وجزء يتطاير على شكل غاز، والجزء المتبقي يغسل من التربه إلى المياه الجوفيـه أو ينتقـل بواسـطة الأمطـار،

والإستعمال المتزايد لهذه المركبات يرفع من مستواها في مصادر المياه مما يشكل خطراً على الصحه البشريه (الردايده، 2004).

بالإضافه إلى الأسمده التي تستخدم لتحسين المحاصيل، هناك المبيدات الحشريه والفطريه ومقاومة الأعشاب التى تستخدم لحماية المحاصيل من الآفات، ونتيجة لقدرة هذه المبيدات على حماية المحاصيل أدى إلى سرعة إنتشارها، ودخلت بها المواد الكيماويه السامه، ولنجاح هذه المبيدات، لم تقتصر فقط على الأنشطه الزراعيه بل أستعملت في المنازل ومزارع الدواجن والأغنام وكافحت الحشرات الضاره.

وقد أكدت الدراسات بأن نسبه قليله من المبيدات المستعملة تصل إلى الآفات المراد مكافحتها والكميه المتبقيه تستقر في البيئه المحيطه وتصل إلى جميع أنظمة البيئه، وتنتقل إلى مصادر المياه عن طريق غسيل التربه للمياه الجوفيه والنقل بواسطة الأمطار (العروسي،1999).

ومن خلال ماسبق لايظهر خطر كبير على تلوث مياه سد وادي الموجب من المزروعات في مناطق سد سواقه و القطرانه والسلطاني، وينخفض خطر التلوث لإنخفاض معدل الأمطار في تلك المناطق والتي لا تزيد عن 100ملم، بالإضافه لوجود السدود الترابيه التي تحتجز خلفها مياه الأمطار في معظم السنوات ويندرأن تفيض هذه السدود لتصل مياهها إلى سد وادي الموجب. ولكن خطر هذه البؤر أكبر على المياه الجوفيه، ويعود ذلك لوجودها في مناطق الحجر الجيري الحاوي للمياه والتي تعلوه تربه رمليه ذات نفاذيه عاليه، مما يسهل وصول ملوثات المبيدات والأسمده إلى المياه الجوفيه، بالأضافه إلى كثافة الشقوق والصدوع في حوض وادي الموجب وأكبر هذه الصدوع صدع سواقه وصدع الكرك – الفيحا.

**التلوث الحيواني**:

وتشكل شركة الوطنيه للدواجن أكبرمصدر تلوث حيواني في حوض الموجب حيث يذبح ألآف الطيور يومياً في مسالخ الشركه الواقعه في منطقة القطرانه وتذهب مياه التنظيف الملوثه إلى الحفر الإمتصاصيه بالأضافه إلى المكونات الأخرى

المستخرجه من الطيور والتي يتم تدوير جزء منها وبقايا الفضلات السائله تذهب إلى الحفر الإمتصاصيه وحتماً ستتسرب هذه الملوثات إلى المياه الجوفيه.

كما أن المزارع التي أقامتها الشركه في سبعه منـاطق فـي حـوض وادي الموجب، وبلغ عدد المستوعبات في كل مزرعه 18 مستوعب( بركس)، وبلغ حجم أستيعاب كل مستوعب 5000 طير، أي 630 ألف طير في جميع المزارع كـل 45 يوم تقريباً، ولنا ان نقدر كم حجم المخلفات التي ينتجها هذا الكم من الطيـور وكـم منها ينفق، حيث يلاحظ وجود الكلاب بالعشرات حول هذه المزارع.

وقد تم إجراء عينة تجريبية من قبل الباحث في احد المزارع لتقدير كميـة المخلفات الصلبة في مزارع الدواجن التابعة لشركة الوطنية للـدواجن، حيـث تـم احتجاز 200 طير مع توفير الغذاء والماء المعتاد لمدة 24 ساعه، وبعد ذلك تم جمع المخلفات ووضعها في الميزان حيث بلغت 4،6 كغم.

وتم تقديرالمخلفات الصلبه كالتالي:

6400g ÷ 200 = 32g / chicken

32 × 45 = 1440 g / 45 days / one chicken

1440 × 5000 = 7200 kg /45 days /barracks

7200 × 18 = 129.600 T /45 days / chickens barracks

129. 600 × 7 =  907. 200 T /45 days / all chickens' barracks

907.200 × 8.11 = 7357.292 T /year

فإذا علمنا أن المخلفات الصلبه البشريه تبلغ 900 غرام / شـخص /يـوم، (الشامي،1992. العدوي،2004 )فيمكن أن نستنتج بأن مخلفات كل 28 طير / يوم، يعادل مخلفات شخص واحد / يوم، أي كأنه جرى زياده سكانيه مقـدارها 22.500 ألف نسمه ضمن منطقةالحوض.

كما تم حساب مخلفات الدواجن بعد عملية الذبح والتنظيف إلى 25 طير، بلغ وزنهما أحياء 57 كغم، وبعد عملية التنظيف بلغ وزنهما 38 كغم، أي بلـغ حجـم المخلفات 19 كغم وشكلات مانسبته 33% من وزن الطيور، كما بلـغ وزن الطيـر الواحد 2،2 كغم وبلغت مخلفاته 726 غرام / طائر، فإذا تم الحساب على أساس أن

معدل وزن الطائر بعد 45 يوم يكون 2000غرام، وإن جميع هذه الطيور الموجوده في مزارع الوطنيه تذبح في مزارع الشركه، فيمكن حساب كميات مخلفاتها كالتالي:

2000 × 33÷ 100 = 660 g / chicken

660 × 5000 = 3300 kg / barracks / 45 days

3300 × 18 = 59.3 T / chickens barracks /45 days

59.3× 7 = 415.8 T /all chickens barracks /45 days

415.8 × 8.11 = 3372.138 T / year

ويظهر بأن المخلفات للطائر الواحد بعد الذبح تعادل مخلفات 21طائر قبـل الذبح، كما أن مخلفات 1.36 طائر بعد الذبح تعادل مخلفات شحص واحـد، وهـذا يعادل زياده سكانيه مقدارها 465ألف نسمه اي مخلفات كل45 يوم، وهـذا يعـادل زياده سكانيه مقداره 11 ألف نسمه في منطقة الحوض. ويظهر من التحليل الـسابق أن شركة الوطنيه أضافت مخلفات حيوانيه تعادل زياده سكانيه مقـدارها 33.500 ألف نسمه، وتجدر الاشارة هنا الى أن جزء كبير هذه المخلفات يتم نقله الى غـور الاردن ومناطق زراعية اخرى مجاورة مما يقلل من التلوث الفعلي.

كذلك توجد قطعان الأغنام بأعداد كبيره في حوض وادي الموجـب، حيـث يوجد نطاق المراعي على طول حدود منطقة الدراسه من الجهـه الـشرقيه لبلـدة الجديده، زحوم، سول، أم حماط ومحي، بالأضافه إلى الأعداد الأخرى للبدو الرحل وشبه الرحل من بدو الرشايده الشبه مستقرين في شرق حمود والـسماكيه ومنطقـة نخل وحول ضفاف سد وادي الموجب.

وتقدر كمية المخلفات من مزارع الوطنيه بآلاف الأطنان التـي تنقـل إلـى مراكز تدويرها كسماد زراعي، وتبقى كميات كبيره في مناطق تجميع هذه المخلفات حول المزارع تنقل عن طريق الأمطار مع الجريـان الـسطحي إلـى سـد وادي الموجب، كما أن مخلفات الأغنام لاتقل خطوره كونها تبقى علـى سـطح الأرض ولايتم تدويرها، وكذلك موقع هذه الزرائب في أماكن ذات معدل أمطار 150 -200 ملم وقرب معظمها من سد وادي الموجب ويوضح الشكل رقـم (52)احـد مواقـع مزارع الدواجن التابعه للشركه الوطنيه للدواجن حيث تشكل المزارع الأربعه شرق

جسر الدبه خطر التلوث الذي ينقل بواسطة جريان العواصف المطريه لقربها مـن المجاري الرئيسيه لوادي القطرانه، كما أن وجود مزرعـة للوطنيـه مكـون مـن 18مستوعب في بلدة حمود وعلى رأس مجرى مائي ولإرتفاع معدل الأمطار فـي هذه المنطقه تشكل خطر آخر لتلوث مياه سد الموجب، وتقل خطورة التلوث للميـاه السطحيه في مناطق المزارع الموجوده شمال القطرانه لوجودها في أماكن يـنخفض فيها معدل الأمطار بالإضافه إلى إستواء السطح في تلك المناطق ممـا يقلـل مـن خطورة نقلها مع مياه الأمطار.



**شكل( 52 )**

**احد مجمعات مزارع الوطنية، وتقع فلكياً (35ً –12َ- 31ْ شمالاً)(43ً-56َ- 35ْ شرقاً)**

أما التلوث الحيواني الآخر في حوض وادي الموجب والأشد خطوره يتمثـل في مزارع الخنازير في بلدة السماكيه وإلى الشرق منها، حيث يوجد أربعه مـزارع كبيره للخنازير تقع إلى الجنوب من بلدة حمود وعلى سفوح المجاري المائيه، كذلك يوجد مزرعه إلى الشرق من السماكيه على سفح وادي نخيله الرئيسي، بالإضافه إلى الزرائب الصغيره على حدود البلدتين وداخلهما،ويبلغ عدد الخنازير في هذه المزارع

حوالي 1200 خنزير، ولاتكمن خطورة التلوث للمياه من المخلفات القذره فقط ولكن التلوث أيضاً من الطعام الذي يقدم للخنازير، حيث يلجأ أصحاب المزارع إلى مخلفات محلات بيع الدواجن (ريش،أمعاء دواجن،أرجل، رؤوس، بيض فاسد ) وإطعامها للخنازير، ويظهر الشكل رقم ( 53 ) إنسياب مخلفات الخنازير إلى المجرى المائي.



**شكل ( 53 )**

**ملوثات الخنازير في احد مزارع بلدة حمود، وتقع فلكياً (ً21-َ17-ْ31 شمالاً)(ً48-َ47 –ْ35 شرقاً)**



شكل ( 54)

احد مزارع الخنازير في بلدة حمود، وتقع فلكياً (ً21-ً17-°31 شمالاً)(ً48-ً47 –°35 شرقاً)

## 7.4 المخلفات البشريه الصلبه (النفايات )

المخلفات البشريه الصلبه (النفايات ) ( solid waste ) وتعـرف النفايـات الصلبه بأنها مجموعة الأشياء التي خلفها الإنسان نتيجة صراعه مع الطبيعـه بكـل أشكالها، حيث كانت هذه الأشياء نافعه قبل إستهلاكها ثـم أصـبحت غيـر نافعـه لوجودها في غير مكانها المناسب (الشامي،1992 ).

وتقسم المخلفات الصلبه إلى:

1- **المخلفات الصناعيه**: وهي المخلفات الناتجه غن العمليات الصناعيه المختلفـه، وأثر هذه الصناعات محدود جداً في منطقة الدراسه وتقتصر المخلفات الصناعيه الناتجه عن ورش الصناعه للسيارات ومحلات التجاره والألمنيـوم ومحـلات الحداده الذي يدور معظم مخلفاتها بالإضافه إلى المدينه الصناعيه والتي لا يوجد بها إلا مصانع الملابس والنسيج ومخلفاتها تدور أيضاً في أغلبها.

2- **المخلفات الزراعيـه**: وهي المخلفات الناتجه من الزراعات وتقلـيم الأشـجار وغيرها وهذه أيضاً محدوده جداً وغير مؤثره.

3 – **المخلفات الصلبه لمحطات التنقيه sludge**: وكمية هذه المخلفات لايستهان بها وتشكل خطر لتلوث المياه السطحيه بها. شكل رقم ( 58 )، وتنتج هذه المخلفات من محطات التنقيه التاليه:

**أ- محطة تنقية جامعة مؤته.**

**ب- محطة تنقية المستشفى الحكومي.**

**ج- محطة تنقية مركز الإصلاح والتأهيل في سواقه.**

**د- محطة تنقية المدينه الصناعيه.**

**ه- مكب النفايات السائله في اللجون.**

و- **المخلفات المنزليه (القمامه** ): وتتكون من المصادر التاليه:

1- **مخلفات الأغذيه**: التي تنتج في البيوت والمنازل والمطاعم والمستشفيات، وهـذا النوع من المخلفات المنزليه يتكون من المواد العضويه القابله للتعفن وخـروج عصاره مركزه منها.

2- **المخلفات القابله للإحتراق**: مثل الورق والكرتون والأقمشه والأخشاب ومعظمها يختلط مع النفايات المنزلية ولا يتم فرزها وإعادة تدويرها، وانما يتم حرقها مع النفايات حيث يمارس حرق النفايات كاسلوب للتخلص النهائي منها شكل رقـم (57 ).

3- **المخلفات الصلبه الغير قابله للإحتـراق**: مثـل المعـادن والزجـاج والمـواد البلاستيكيه وأيضاً لايتم فرزها وإعادة تدويرها ويظهر الشكل رقم ( 56 ) اكوام الزجاج مختلطة مع النفايات المنزلية داخل مكب النفايات الصلبة.

4- **مخلفات البناء**: وهي تمثل جزءاً كبيراً من مـشاكل المـدن وتـشمل المـواد الخرسانيه ومواد البناء والتأسيسات الكهربائيه والصحيه، وهذه المخلفات لـيس لها تأثير بيئي كبير كون مخلفاتها لا تتحلل ولا تؤدي لتلوث الميـاه وينحـصر أثرها البيئي على جمالية المكان ( العدوي، 2004).



شكل ( 55 )

اكوام القمامة في مكب النفايات في اللجون، ويقع فلكياً (ً13-َ13-°31 شمالاً ) (ً33-َ56-°35 شرقاً )



شكل (56 )

اكوام الزجاج مع اكوام النفايات، ويقع فلكياً (ً13-َ13-°31 شمالاً )(ً33-َ56-°35 شرقاً )



**شكل ( 57 )**

**ممارسة حرق النفايات في مكب اللجون، ويقع فلكياً (13ً-13َ-31° شمالاً )(33ً-56َ-35° شرقاً )**

وتعد المخلفات المنزليه أكبر تلوث في منطقة الدراسه، حيث يجمع الجزء الأعظم بواسطة اليات البلديات وينقل إلى مكب النفايات الصلبه شرق اللجون إلا أن هناك جزءاً يلقى عشوائياً في البيئه ويشكل مصدر تلوث للمياه السطحيه بعد سقوط الأمطار.

ويشكل مكب النفايات شرق اللجون بؤرة تلوث خطيره في حوض وادي الموجب، حيث تنتشر النفايات على شكل اكوام منفصله في مساحة كبيره تنساب منها العصارات المركزه من بقايا الفضلات على سطح التربه، وهو مكب بدائي لا يستخدم أي طريقه علميه في التخلص النهائي من الفضلات، مثل أفران الحرق لأنه لاتصلح طرق الطمر السطحي sanitary land fill لمعالجة النفايات في المكب، كون أحد الشروط التي يجب توفرها للتخلص من النفايات بطريقه الطمرهو عدم قربها من احواض المياه الجوفيه والسطحيه، وهذا ما لايتحقق لمكب النفايات شرق اللجون.

ويقع مكب النفايات الصلبه بين خطي مطر 100 – 150 ملم، مما يجعل تلوث المياه السطحيه بعد سقوط الأمطار أمراً مؤكداً، حيث تنقل الملوثات مع الجريان إلى سد الموجب وخاصه الملوثات من الحماه sludge المنتجه من محطات التنقيه، حيث تتحال مع سقوط الأمطار وتنقل عبر المجاري المائيه إلى السد.

ومن المعروف أن المواد العضويه وغير العضويه التي تتواجد في المخلفات الخام، والمواد التي تنتج عن عمليات التحال يمكن أن تنقل بواسطة الأمطار لتصل الى المياه السطحيه في سد الموجب وهذا يؤدي إلى تلوث خطير للمياه، لـذا فـإن موقع النفايات الصلبه في حوض الموجب يجب تغييره أو إستخدام طريقـة أفـران الحرق الآلي incineration وهذه الطريقه مكلفـه للغايـه، أمـا الطـرق الأخـرى المستخدمه للتخاص من النفايات الصلبه غير مجديه لأنها تلوث المياه السطحيه مثل الردم المكشوف open dumping أو طريقة التكويم composting و ممارسة الحرق للتخاص النهائي الذي تؤدي جميعها إلى تلوث المياه الجوفيه والسطحية، حيث أثبتت الإختبارات أن طبقة من النفايات سمكها 1.5 م، والتي كانت مـضغوطه ومغطـاه بالتراب ومعرضه للتشبع بمياه الأمطار، أظهرت هذه الإختبارات بعد عدة أسـابيع ظهور رشح مقداره ثلث معدل سقوط الأمطار بالمنطقه، وأن هـذا الرشـح كـان يحتوي على مقدار من المواد العضويه بلغ تركيزها 6000- 7000 ملـغ BOD / لتر.

كما كان يحتوي على كربـون عـضوي ونيتـروجين عـضوي وأمونيـا وكلوريدات وكبريتات وغيرها من الملوثات. لذا يجب ان لايتم التخاص من النفايات بطريقه قد ينتج عنها تسرب المياه الى المجارى المائية الامر الذي يـشكل خطـر التلوث على المياه السطحية والمياه الجوفيه.(طاحون،2004 )

كما يجب أخضاع موقع المكب إلى تقيم الأثر البيئي من قبل المختصين بعلم المياه، وعندما يتضح أن هناك خطراً من الرشح بإتجاه الميـاه الجوفيـه أو إنتقـال الملوثات مع الجريان العاصفي يجب رفض الموقع، حيث أشارت الدراسات وقسمت المواقع إلى ثلاث مجموعات أساسيه وهي:

1 -ُيقبل موقع المكب في المناطق ذات التربه الصماء الغير منفذه impermeable soil وهذا الموقع غير متوفر في منطقة الدراسه، وإن كانت المنطقه الغربيه من حوض الموجب ذات تربه قليلة النفاذيه إذا أستعملت طريقة الردم الـصحي، ألا أنه يواجهها مشكله الكثافه السكانيه.

2 – تُرفض المواقع في المناطق التي تحتوي على تربه مكونه من الرمال والحصى، والتي تسمح بدرجه من الترشيح، ويقع مكب النفايات الصلبه في منطقة الدراسه على تربه ذات نفاذيه عاليه.

3 – ترفض المواقع التي تكثر بها الشقوق والصدوع التي يمكن من خلالها حدوث الرشح الذي قد ينتقل عدة كيلو مترات، وتكثر الصدوع والشقوق في حوض وادي الموجب و يقع المكب بالقرب من صدع الكرك – الفيحا. ومن هذه المعطيات تظهر خطورة مكب النفايات على المياه السطحيه والجوفيه. (الردايده، 2004)

أما بؤرة التلوث الأخرى تتمثل في مكب النفايات الخطره شرق منطقة سواقه على مسافة 25 كم، ويستعمل طريقة الطمر (الردم )، ويتم إستقبال النفايات الخطره ذات السميه العاليه كالمواد الكيماويه والمواد الغير قابله للتحلل والمعادن الثقيله.

والمعادن الثقيله هي عناصر معدنيه ذات أوزاون نوعيه تزيد عن (4 ) وأثقلها الذهب 19.3وأخفها الزرنيخ 5.73 (العروسي، 1999 ).

وتدخل معظم المعادن الثقيله في المنتجات الصناعيه مثل الرصاص الذي يدخل في صناعة ألواح البطاريات وفي دهانات المنازل وأسطح المعادن والصبغات الزرقاء والبيضاء والأحبار وغيرها من الصناعات، لذا فإن مخلفات مصانع البطاريات والدهان والمصانع الأخرى الذي يدخل الرصاص في منتجاتها تعد من المخلفات الخطره وينطبق ذلك على الزئبق الذي يدخل في صناعة لب الورق وأجهزة القياس وكذلك في الدهانات والأجهزه الكهربائيه وغيرها من المعادن الأخرى ( ابو سعده،2000 )

كما تعد المستشفيات ومصانع المنظفات ومصانع الأدويه ومصانع الدهانات وغيرها في الأردن من أهم مصادر المخلفات السامه الخطره لإستخدامها المركبات الكيماويه والمعدنيه ولخطورة هذه المخلفات يجب التعامل معها بما يتلائم مع هذه الدرجه من الخطوره وخصوصاً على موارد المياه والتربه والهواء والسلاسل الغذائيه ونظام الأحياء (الردايده،2004 ).

وحسب ما أفاد العاملون في مكب النفايات الخطره فإن الطريقه المتبعـه هـي الدفن للعبوات والصناديق وأحاطتهم بالأسلاك الشائكه وهذه الطريقه غير آمنه على المدى البعيد، حيث تستخدم في مثل هذه المواقع الخطره طريقة الطمـر الـصحي sanitary landfill الذي يجب أن تجهز بحيث تسمح بمراقبة أي تسرب قد يحـصل لهذه النفايات إلى البيئه المحيطه و لاتسمح بالتسرب الى مكونات الترب، لذا يجـب وضع طبقات عازله وغير نفاذه في ارضية الخنادق وجوانبها وفتحـات للغـازات المتوالده ووجود بئر مراقبه لنوعية المياه باستمرار.(الردايده،2004).

وتظهر خطورة مواقع مكبات النفايات الصلبه في منطقة حوض وادي الموجب في موقع هذه المكبات أولاً وفي طرق التخلص النهائي من هذه النفايات ثانيـاً، لـذا فأن أحتمالية التلوث المائي سواء السطحي أو الجوفي من هذه البؤر علـى المـدى البعيد لمكب النفايات الخطره والآني للنفايات الصلبه عالي جداً.

## 8.4 النفايات السائله (مياه الصرف الصحي )

مياه الصرف الصحي:هي المياه الناتجه عن أنشطة الإنسان المختلفه وتغيرت مواصفاتها الفيزيائيه والكيميائيه والجرثوميه وتحتوي على مكونات كثيره عـضويه وغير عضويه وجرثوميه واشعاعيه إذاً هي مياه أستخدمت حتى ولو لمـره واحـده بحيث تغيرت خصائصها ومكوناتها بسبب هذا الإستعمال.(الشامي، 1992)

ومن حيث استعمال المياه وطبيعة المياه العالقه بها، يمكـن تحديـد ثـلاث مصادر لمياه الصرف الصحي:-

1 – **المياه المنزليه العادمه domestic waste water**: وتنتج عن المرافق الصحيه للمنازل، ومباني الخدمات العامـه (فنـادق، مستـشفيات، جامعـات، معاهـد، معسكرات...الخ) والمباني الملحقه بالمصانع والورش الحرفيه، وتحتـوي هـذه المياه بشكل رئيسي على المخلفات البشريه وتشكل النسبه العظمى مـن الميـاه العادمه في منطقة الدراسه.

2 - **المياه الصناعيه العادمه industrial waste water**: وتنتج عـن إسـتعمال المياه في الصناعات لأغراض إنتاجيه، وتختلف كميتها ونوعيتها حـسب نـوع

الصناعه والماده المنتجه وتكاد تقتصر على محطات غسيل السيارات واستبدال الزيوت.

3 – **مياه الأمطار** Rain water: وهي الأمطار الهاطلـه علـى أسـطح المنـازل والساحات والشوارع وتحمل معها كل الملوثات الموجوده في هذه الأماكن.

وتشكل المياه العادمة المنزلية في منطقة الدراسة اكبر مـصدر لتلـوث الميـاه السطحيه surface water والميـاه الجوفيـه underground water فوجـود الآف المنازل والمؤسسات العامه في حوض وادي الموجب، وغياب شـبكات الـصرف الصحي sewerage system، يلجأ السكان إلى النظام البدائي فـي الـتخلص مـن مخلفاتهم السائله بواسطةالحفر الإمتصاصيه،والتي ترافق كل منزل ومؤسسه عامه، بأستثناء المؤسسات الكبرى وجامعة مؤته.

ولوجود أكبر كثافه سكانيه في حوض وادي الموجب تقع في الحوض الغربي ذو التربه الحمراء (تربة البحر المتوسط)القليلة النفاذيه، فان هـذه الحفرالإمتـصاصيه سرعان ماتصبح غير نفاذه مع الترسيب الناتج عن الدهون والزيوت المنزليه فتصبح الحاجه إلى سحب محتويات هذه الحفر أمر لامفر منه، أما المناطق التي تقع خارج حدود تربة البحر المتوسط فهي لاتحتاج إلى سحب لسنوات طويله وذلـك لنفاذيـة التربه في تلك المناطق (أم حمـاط، محـي، الجديـده، القطرانـه) وهـذه الحفـر الإمتصاصيه تشكل خطر تلوث كبير على المياه الجوفيه في حوض وادي الموجـب أما التلوث السطحي بالمياه العادمه فتشكل البؤر التاليه اهم مصادره:

1- **محطة التنقيه لمركز الإصلاح والتأهيل /سواقه**:وتقع فـي الجـزء الـشمالي الشرقي من حوض وادي الموجب، وتبعد عن سد وادي الموجـب ( 25 كـم)، وأثر هذه المحطه على تلوث سد الموجب كبير جداً، حيث تنجـرف الملوثـات خلال الجريان السطحي لمنطقة سواقه مع معدل أمطار سـنوي يبلـغ 100 - 150ملم تزداد أحتمالية الفيضان والتلوث.

2- **محطة التنقيه لمستشفى الكرك الحكومي**: وتقع في جنوب الحـوض الغربـي، وتبعد عن سد وادي الموجب (35 كم)، وتشكل هذه المحطه أحد مصادر تلـوث

المياه السطحيه لحوض وادي الموجب وبقيت تتدفق بعد تلك المسافة مما يعني انها تصل في النهاية الى سد الموجب بعد الفيضانات.

3- **محطة التنقيه لجامعة مؤته:** وتقع إلى الجنوب من محطة تنقية مستشفى الكرك الحكومي وتبعد عن سد وادي الموجب ( 40 كم).

4- **محطة التنقيه للمدينه الصناعيه**: وتقع في منطقة اللجون وتبعدعن سد وادي الموجب ( 26كم ).

5- **مكب النفايات السائله لمحافظة الكرك**: وتقع الى الجنوب من المدينه الصناعيه وتبعد عن سد الموجب (33 كم)، ويعد مكب النفايات السائله أخطر بؤره تلوث للمياه السطحيه والجوفيه في حوض وادي الموجب.

حيث يتكون المكب من حوضين، الحوض الأول تتجمع به الحماه sludge شكل رقم ( 58 )، وتنساب السوائل إلى الحوض الثاني الذي تتجمع به هذه السوائل ثم تنصرف المياه العادمه منه دون معالجه إلى مجرى مائي قريب، وقد تم قياس حجم الماء العادم المتدفق وبلغ0.27 م3/ث شكل رقم ( 59 )، وتتبع الباحث هذه المياه مع المجرى لمسافة 4 كم من البرك والمستنقعات السوداء.

ويعد موقع مكب النفايات السائله في اللجون غير مناسب لقربه الشديد من المجرى الرئيسي لوادي السلطاني والدكاكين، الأمر الذي يؤدي إلى سهولة نقل الملوثات إلى سد وادي الموجب، وظهر هذا التلوث عندما توقفت محطة ضخ المياه في الزاره – ماعين يوم 8/ 4 / 2009 عندما ظهر وجود بكتيريا عصيات القولون خلال الفحص المخبري الدوري، والذي ثبت بأنه وصل محطة ضخ المياه إلى عمان عن طريق السيول بعد سقوط الأمطار، وهذه المحطه تزود بمعظم مياهها من سد وادي الموجب.(الغد، 2009)

كما أن التربه في موقع المكب تربه صحراويه يغلب الرمل على تكوينها، وتكثر الصدوع والشقوق في منطقة المكب مما يجعلها ذات نفاذيه عاليه الأمر الذي يؤدي إلى تسربinfiltration هذه المياه الملوثه إلى الأحواض المائيه.

**محتويات المياه العادمه وتصنيفها:**

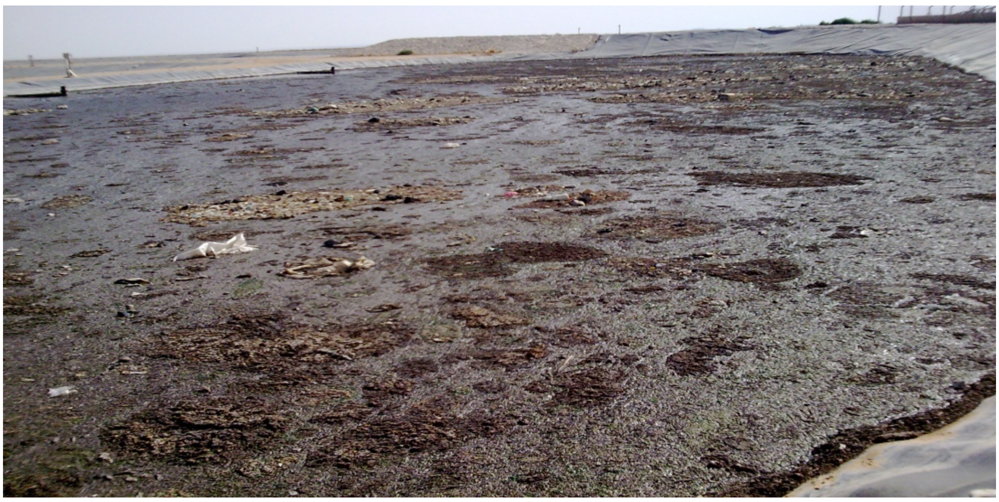
تحتوي المياه العادمه الناتجه عن الصرف الصحي على 99.7 % من الماء، وحوالي 0.3 % من شوائب مختلفه تعرف بالملوثات.

كما يمكن تصنيفها حسب محتوياتها إلى ثلاثة أصناف:

1- **المحتويات الكيميائيه**: حيث تحتوي على 70% من المواد العضويه و30%مواد غير عضويه كالمعادن الثقيله والمركبات النيتروجينيه.

2- **المحتويات الفيزيائيه**: حيث تحتوي على مواد مترسبه مثل بقايا الأحجار والأتربه ومواد عالقه أو طافيه مثل المنظفات والصابون ومثبتات اللون والعكاره، ومواد ذائبه كالأملاح المختلفه.

3- **المحتويات البيولوجيه**: وتحتوي على مواد متحلله بيولوجيأً، ومواد ثابته بيولوجياً، حيث تشكل البكتيريا والأحياء الدقيقه و الفيروسات وبيوض الديدان و الفطريات و الطحالب أهم المكونات البيولوجيه.(لطيف،1992 )



**شكل( 58 )**

**الحماه في مكب النفايات السائلة / اللجون،وتقع فلكياً (43ً-08َ-31ْ شمالاً)(48ً-52َ-35ْ شرقاً)**



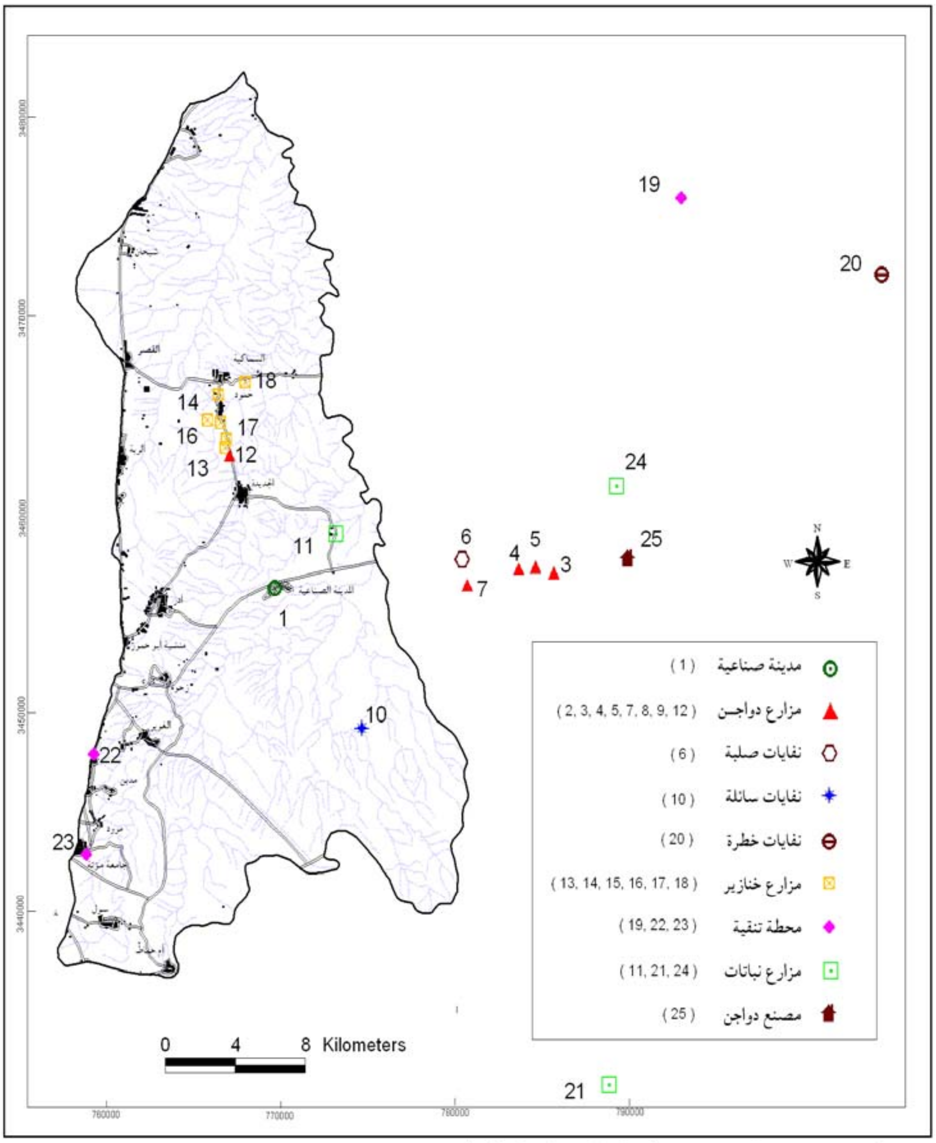
شكل ( 59 )

المياه المتدفقة من محطة النفايات السائلة / اللجون، وتقع فلكياً (ً43-َ08-ْ31 شمالاً)(ً48-َ52-ْ 35 شرقاً)



شكل ( 60 )

المستنقعات التي تشكلها مياه النفايات السائلة في اللجون، وتقع فلكياً (ً43-َ08-ْ31 شمالاً)(ً48-َ52-ْ 35 شرقاً)




شكل (61 ) مصادر التلوث في منطقة الدراسة والمناطق المحيطة.

إن نواتج الصرف الصحي التي تلقى دون معالجة في مجرى مائي تؤدي عند تحلل المواد العضويه بها إلى إنتشار الروائح الكريهـه والغـازات منهـا الميثـان والامونيا وكبريتيد الهيدروجين، كما تتسبب في نقص الأكسجين بالماء، وقد تحتوي على مركبات سامه ولهذا يجب عدم إستخدام مخلفات الإنسان أو إلقائها بالمجـاري المائيه أو على سطح الأرض إلا في حالة تطبيق المقاييس الدقيقه لمعايير الـصحه والسلامه.(أبوسعده،2000 )

وتتضح الأهميه لمعالجة الصرف الصحي قبل التصرف بها بما تشكله مـن مخاطر على نوعية المياه في منطقة الدراسه، وحتى لاتتكرر كارثة سيل الزرقاء في حوض الموجب وبما أننا نعاني من نقص في مصادر المياه فمـن اللامـسؤوليه أن نلوث ماالدينا من المصادر المائيه المحدوده جداً، كما يمكن معالجة ميـاه الـصرف الصحي والإستفاده من هذه المياه، ونسترشد بما يحدث في محطة تنقية الكرك فـي منطة سكا، حيث تم مؤخراً زراعة مساحات واسعه من الغابات في منطقة الرسيس والتي تروى بمياه الصرف الصحي المعالجه من محطة تنقيـة الكـرك. ويظهـر الجدول رقم ( 19 ) اهم المعايير الذي يجب توفرها في مياه الصرف الصحي قبـل صرفها الى مسطحات المياه العذبة.

## جدول ( 19 )

## المعايير الذي يجب توفرها في مياه الصرف الصحي قبل صرفها الى مسطحات المياه العذبة

| البيان | المعايير( مللجرام/لتر)مالم يذكر غير ذلك |
|---|---|
| اللون | لا يزيد على 100وحده |
| مجموع المواد الصلبة | 500 |
| درجة الحرارة | 5 مئوية |
| الرائحة | 2 درجة |
| الاكسجين الذائب | لا تقل عن 5 |
| الاكسجين الهيدروجيني | لا يقل عن 7 ولا يزيد عن 8،5 |
| الاكسجين الحيوي | لا يزيد على 10 |
| الاكسجين المستهلك كيماوياً | لايزيد على 15 |
| النشادر | لا يزيد على 0.5 |
| الزيوت والشحوم | لا يزيد على 1 |
| القلوية الكلية | لا يزيد على 200 ولا يقل عن 50 |
| مركبات الزئبق | لا يزيد على0.001 |
| حديد | لا يزيد على1 |
| منغنيز | لا يزيد على1.5 |
| نحاس | 1 |
| زنك | 1 |
| منظفات صناعية | 0.5 |
| نترات | 45 |
| زرنيخ | 0.05 |
| كاديوم | 0.01 |
| كروم سداسي | 1.01 |
| سيانيد | لا يزيد على0.1 |
| فوسفات | 1 |
| مستخلصات الكربون | 1.5غرام/لتر |
| العد الاحتمالي للمجموعة القولونية 100سم3 | 500 |

المصدر:هئية الصحة العالمية نقلاً عن بدوي واخرون 2001

## النتائج

1- توصلت الدراسه إلى أن العوامل الطبيعيه أدت دوراً كبيراً في زيادة الإنتاج المائي السطحي، حيث أدت العوامل المناخيه في منطقة الدراسه إلى المساهمه بشكل فعال في زيادة الإنتاج المائي السطحي ويتمثل ذلك في معدل الأمطار البالغ 280ملم وهطول هذه الأمطار خلال فصل البروده يؤدي إلى إرتفاع فعالية المطر المؤثر، وخفض حجم التبخر الفعلي لإنخفاض ساعات سطوع الشمس وميلان زاوية الاشعاع بسبب وجود الشمس فوق مدار الجدي خلال فصل الشتاء، ويتركز الإنتاج المائي السطحي في كانون ثاني وشباط وأذار وسبب ذلك يعود لتشبع التربه بالرطوبه، كما أثرت الطبوغرافيا في زيادة الإنتاج المائي السطحي في الأجزاء الجنوبيه الغربيه والوسطى من منطقة الدراسه للإنحدار الشديد الذي ظهر خلال فارق المنسوب بين المنبع والمصب والبالغ 1200م في المنابع و 200م عند المصب وانخفاض سمك طبقة التربه وكثافة التلال التي يتكشف معظمها وانخفاض كثافة المزروعات بها.

إلا أن أثر الطبوغرافيا في المنطقه الغربيه الشماليه من الحوض الغربي أثر بشكل سلبي على الإنتاج المائي السطحي لإستواء السطح تقريباً وعمق طبقة التربه وكثافة المزروعات.

2- بينت الدراسه أثر استعمالات الأرض على الإنتاج المائي السطحي، فقد كان للرعي الجائر والتوسع في الزراعه أثر مدمر على الغطاء النباتي الذي أدت أزالته إلى سرعة حدوث الجريان السطحي، وخاصه مناطق التربه الصفراء التي مالبثت أن تراجعت خصوبتها وتم تركها خاليه بعد القضاء على الغطاء النباتي الطبيعي بها. كما ساهم التوسع العمراني في زيادة الإنتاج المائي السطحي لما أوجده من أسطح غير نفاذه حيث إزدادت المساحه العمرانيه من 7.52كم2 عام 1994 إلى 11.6كم2 عام 2008.

3- بينت الدراسه بأن هناك اتجاه عام لتناقص معدل الأمطار وارتفاع درجات الحراره خلال فترة الدراسه البالغه 37عام.

4- أظهرت الدراسه عدم وجود أي تأثير سلبي للغطاء النباتي الطبيعي على الإنتـاج المائي السطحي لإنعدام الغطاء النباتي في مساحات كبيره من منطقـة الدراسـه وتتشتتها في المناطق الأخرى، مما يتيح الفرصه لزيادة الإنتاج المائي السطحي.

5- ظهر حوض وادي البالوع أقرب الأحواض إلى الشكل المثلث بنسبة 21. وأكثـر الأحواض إبتعاداً عن الشكل المثلث وأكثرهم قرباً إلى الشكل المـستطيل كـان حوض وادي اللجون ووادي الدكاكين بنسبة 42.، 72. على التـوالي، كمـا أن أكثر الأحواض المائيه تضرساً كان وادي نخيله بنـسبة 45.33م/كـم، وأقلهـم تضرساً كان وادي الدكاكين بنسبة 19.65م/كم، كذلك فإن أعلى كثافه تـصريف تمثلت في حوض وادي نخيله وبلغت 4.58كم/ كم2، والتكـرار النهـري بلـغ 5.92 مجرى مائي /كم2، أما أقل الأحواض كثافه بالتصريف والتكرار النهـري كان وادي الدكاكين بنسبة 1،2كم/كم2، 3.57 مجرى مائي /كم، كمـا أبتعـدت جميع الأحواض المائيه في منطقة الدراسه عن الإستداره وكان أقربهم لها وادي الدكاكين بنسبة 45. أما معامل الإنعطاف للأحواض المائيه كان منخفضاً أي أن جميع الأحواض المائيه اقتربت من الإستقامه، وكان أقربها وادي البـالوع 1.8 وأكثرها تعرجاً وادي الدكاكين 1.56.

6- تنخفض نسبة الجريان السطحي في مناطق التربه العميقه والمزروعات وبلغت 6% من حجم الأمطار الهاطله، وشكلت هذه المنطقه ما نسبته 20% من مساحة حوض وادي الموجب الغربي، بينما في باقي مناطق الحوض الغربي تبلغ نـسبة الجريان حوالي 20% من حجم الهطول.

7- يتركز الجريان السطحي في مناطق التربه العميقه والمزروعات في أشـهركانون ثاني وشباط، بينما يحدث الجريان في جميع مناطق الحوض الغربي على مـدار فصل الشتاء.

8- اتصفت الفيضانات الكبيره والتي سجلت معدل تصريف 100م3/ث بقلة عـددها حيث بلغت 7 فيضانات خلال 37 عاماً، كما سجل أكبـر فيـضان فـي وادي الموجب عام 2006 وبلغت قمة الفيضان 1330م3/ث بتاريخ2006/4/2.

9- بلغ إنتاج المائي الدائم لوادي الموجب 56 مليون م3/سنوياً ولوادي الهيدان 16.5 مليون م3/سنوياً كما بلغ معدل الإنتاج المائي من الفيضانات قبل بناء سد وادي الموجب 16 مليون م3/سنوياً في حين بلغ معدل الإنتاج المائي بعد بناء الـسد 20 مليون م3/سنوياً.

10- ظهرت إمكانية تلوث مياه سد وادي الموجب من خلال بؤر التلوث المحتمله في حوض وادي الموجب، ويشكل أكبرتهديد لتلوث المياه في السد مكـب النفايـات السائله والصلبه يليه خطوره شركة الوطنيه ومزارعها ومزارع الخنازير، إلا أن مياه سد الموجب لاتزال خالية من اي اثر للتلوث حالياً وأن جميع الإختبـارات المأخوذه من السد هي ضمن المعدلات العالميه للمياه العذبه التي تصلح لجميـع الإستخدامات البشريه.

**التوصيات**

**1**- بناء المصاطب الكنتورية وزراعة الاشجار المناسبة على اودية البالوع والنخيلـة للحد من سرعة انجراف التربة وخفض حجم الرواسب المنقولة الى ارضية السد حتى لايفقد السد قيمتة العملية.

2- وضع محطات لقياس الجريان على الاودية الرئيسة لسد وادي الموجـب الامـر الذي يؤدي الى زيادة الدقة في الدراسات الهيدرولوجية المستقبلية.

3- استعمال طرق الطمر الصحي المعزول للنفايات الصلبة (الحماه) المنتجـة مـن محطات التنقية والنفايات المنزلية ذات العصارة السائلة ووضع قوانين صـارمه للمؤسسات والشركات الكبيرة للحد من التلوث البيئي وطرق التخلص من نفاياتها وفرز هذه النفايات التي يمكن ان يعاد تدوير معظمها..

4- زيادة عدد محطات قياس الامطار والاماكن المقترحة، بلدة الجدعا،تحديث محطة الجديدة، المدينة الصناعية، بلدة سول.

# المراجع

## أ- المراجع العربية


الابراهيم، نايف (2003)، **ادارة الطلب على المياه**، المرشد للإعلانـات والنـشر، عمان، ص85-104

ابو سعدة، محمد نجيب، ( 2000 ). **التلوث البيئي ودور الكائنات الدقيقـة ايجابـأ وسلبأ،** دار الفكر العربي، ط1، القاهرة. ص105-110

ابو سمور، حسن،(1997). التصريف المائي لنهر الزرقاء، **مجلة جامعة دمـشق،** المجلد 13، العدد 3.

ابوسمور، حسن(1985)، تدرج النباتات الجبلية في الاردن، **مجلة دراسـات،** المجلد 12، الجهمعة الاردنية، عمان

ابوسمور، حسن. علي غانم،(1994). الفيضانات في الأردن، **مجلة دراسات،** المجلد 12، الجامعة الأردنية، عمان

ابوسمور، حسن،(1998).**التصريف المائي لوادي الموجب**، الجغرافـي العربـي، الامانه العامه لاتحاد الجغرفيين العرب، بغداد، العددين الرابـع والخـامس، ص76-101

بني هاني، محمد(1994) **ندوة المشكلات المائية في الوطن العربـي**، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، ص65-90

جبوري، صباح توما، (1988). **علم المياه وإدارة أحواض الأنهـر**، مديريـة دار الكتب والنشر الموصل، جامعة الموصل.

**جريدة الغد،** 2009/5/18 ، العدد1743، ص11.

**جريدة الغد،** 2009/4/8 ، العدد1723، ص6

حجازين، منذر(1998)، مصادر المياه في الأردن، **رسالة البيئة،** العدد 22، الأردن

الحجايا، عبد طالب ألزاهري (2006)، **صحراء الأردن الشرقية ( جنـة خـضراء) بالمياه العادمة (المعالجة)**، عمان،ص21-38

الحسين، جمال احمد،( 2004). **الانسان وتلوث البيئة**، دار الامل، اربد. ص200-215

خوري، جان، عبدا لله ألدروبي(1990)، **الموارد المائية في الوطن العربي**، المركز لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، ص56-64

خولي، محمد رضوان، (1985)، **التصحر في الوطن العربـي**، مركـز دراسـات الوحدة العربية، بيروت، ص45.

دائرة الإحصاءات العامة، **السكان والمساكن**، 1994

دائرة الارصاد الجويه، قسم المناخ، **بيانات غير منشوره**، 2009

الدرادكه، خليفه عبد الحافظ،(2000). **هيدرولوجية المياه الجوفيـة ومبـادئ فـي المياه السطحية**، دار الفنار، عمان. ص89-107

الردايدة، جمال احمد،( 2004)، **كيميـاء الميـاه ومعالجتهـا**، دار الامـل للنـشر والتوزيع، اربد، ص50-54

الرشدان، جميل(1988)، **تحليـل الوضـع المـائي فـي حـوض وادي الموجـب والإمكانيات المائية المتاحة الحالية والمستقبلية**، وزارة المياه والري.

الرفاعي، محمود فيصل،(1989). **الهيدرولوجيا**، منشورات جامعـة حلـب، كليـة الهندسة المدنية. ص79-88

الروسان، تالا،(2003). **العمران الريفي في بلدتي السرو واليرموك (محافظة اربد) 1960-2000**، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الاردنيـة، ص56-67.

الزيود، احمد (1993). **موارد المياه السطحية في حوض كفرنجـه**، بحـث غيـر منشور، الجامعه الاردنية، ص46-52

السعد، علي(1986)، **شدة المطر وديمومته وتكـراره فـي الأردن**، وزارة الميـاه والري، سلطة المياه /قسم دراسات المياه السطحية.

سـلامة، حـسن رمـضان،( 1980).التحليـل الجيومورفولـوجي للخـصائص المورفومترية للاحواض المائية في الاردن، **مجلة دراسات للعلوم الانسانية**، المجلد7. ص37-42

سلامة، حسن رمضان،( 2004)، **اصول الجيومورفولوجيا**، دار المسيرة للنشر والتوزيع، الطبعة الاولى، عمان،ص 170-181

سلامه، حسن رمضان،(1985). **اختلاف التصريف المائي للاودية الصحراوية في الاردن،** الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد 54. ص96-104

سلطة وادي الاردن، قسم ادارة السدود، ادارة سد الموجب، **بيانات غير منشوره**، 2009

الشامي، شبلي. هند وهبه،(1992). **الهندسة البيئية**، منشورات جامعة دمشق، كلية الندسة المدنية. ص201-210

شحادة، نعمان،(1983)، **علم المناخ**، مطبعة النور النموذجية، عمان، ص35-37

شحادة، نعمان،(1990)، **مناخ الاردن**، دار البشير، عمان، الاردن،ص 45 -47

الصحاف، مهدي،(1970)، **التصريف النهري والعوامل المؤثرة فيه**، الجمعية الجغرافية العراقية، المجلد السادس، حزيران.

طاحون، زكريا،(2004)، **التلوث خطر واسع الانتشار**، دار السحاب للنشر والتوزيع، ط1، القاهرة. ص71-74

الطعاني، ايمن عبدالكريم،(2008) **ادارة وتقييم وتخطيط استعمالات الارض في لواء بني كنانة في الاردن بأستخدام نظام المعلومات الجغرافية ( GIS )،** ط1، المكتبة الوطنية، عمان. ص80-102

عابد، عبدالقادر، (1982)، **جيولوجية الاردن**، مكتبة النهضة الاسلامية، عمان، ص31-36

العدوي، محمد صادق.(2004). **هندسة تنمية البيئة وحمايتها**، المكتبة المصرية، الاسكندرية. ص33-35

العروسي، حسين،(1999). **تلوث البيئة وملوثاتها**، مكتبة المعارف الحديثة، الاسكندرية. ص106-118

العقرباوي، ايمان،( 2007).التحليل المورفومتري لحوض وادي زرقاء ماعين مقارنة مع الاحواض المائية في الاردن، **مؤتة للبحوث والدراسات**، المجلد 22، العدد5. ص83-90

العنانزه، علي، (1999). استهلاك المياه في محافظة الكرك: الحاضر والمـستقبل، **مؤته للبحوث والدراسات**، المجلد الرابع عشر، العدد الثامن. ص35-60
العنانزه، علي،(1996). الموازنه المائية بناء على معدلات الأمطار وكميات التبخر والنتح ألمحتمله في حوض وادي الكرك، **مؤته للبحوث والدراسات**، المجلـد الحادي عشر، العدد الخامس، ص142-165
كشك، محمد عاطف(1995)، **تدهور الأراضي المروية في الوطن العربـي**، معهـد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، ص162-186
لطيف، باسل عبدالجبار، (1992)، **تلوث البئية والسيطرة عليه**، منشورات جامعة بغداد.ص 154-168
المحسين، زيدون،(2002). **هندسة المياه والري عند الأنباط العرب**، البتراء، بيـت الأنباط للنشر، ص13-26
المركز الجغرافي الاردني، قسم الخرائط، 2009
المومني، لطفي، (1997). **الاستشعار عن بعد في الهيدرولوجي**، المكتبة الوطنيـة، عمان. ص85-96
وزارة الزراعة، قسم دراسات التربة، 1993
وزارة المياه والري، قسم المياه السطحية، بيانات غير منشوره،2009
وزارة المياه، تقرير عن وزارة المياة، **جريدة الغـد**، 2009/3/31، العـدد 1698، ص6

## ب- المراجع الأجنبية

ALnasri,N (2006) **Efficient management of waste water, its treatment and reuse in four Mediterranean countries: Jordan, Turkey, Palestinian, Lebanon,** ALshaeb press, Irbid. Pp37-39
Bender, F. (1974), **Geology of Jordan**, Gerbrnder Borntraeger, Barlin. P.67.
Bowen Robert, (1982). **Surface Water**, Applied Science Publishers LTD, London, pp103-117.
Geoffrey E, Petts, (2007). **The Scientist Basis For Water Resources Management And River Regulation**, pp 232-234, Edited by Paul, j.

and David, M. Hydrogeology and Ecohydrology: John Wiley&Sons Ltd.

Gordon, W, and Huxman, T. (2007), **Ecohydrology and Climate change**, pp116-117, Edited by Paul, j. andDavid, M. Hydrogeology and Ecohydrology: Past, Present and Future. John Wiley & Sons Ltd.,

JIC, (1987) **Hydrological and water study of ALmujeb Watershed**, Amman, pp123-126

Knerr B, (1994). **The Impact of labour migration on the stability of agricultural development in arid regions**. UNESCO. Amman, Jordan. Pp57-87

Marvin, S. **Possible Changes in Water Yield and Peak Flows Response to Forest Managmement**, Department of Envionmental Science, Policy and Managmement University of California Berkeley, California

Mather. A.S,(1986). **Land Use**, Longman wiley London; New York: somerset, N.J. Pp 146-150

Neuman, J,(1960),Notes on Rainfull Fluctuations in Palestine and climatic Fluctuations in the Northern Hemisphere, **Bulletin of the Research council of Israel**, pp 90

Oroud, I (2008).**The Impacts of climate change on water resourses in Jordan, climate change and water resources in the Middle East& North Africa**; Zerien; F. and Hotzl,H.(eds), Springer publishing company. Pp109-123

Philip, S. Lake, P (2007). **Flow – generated and Ecological Responses: Floods and Droughts**, Pp79-85, Edited by Paul, j. and David, M. Hydrogeology and Ecohydrology: Past, Present and Future. John Wiley & Sons Ltd.

Rachel, H and Keith, R, (2007**). Flow- vegetation Interactions in Restored Flood Plain Environments,** pp272-284, Edited by Paul, j. and David, M. Hydrogeology and Ecohydrology: Past, Present and Future. John Wiley & Sons Ltd.,

Ram, B, (2002). **Resource appraisal for land use planning in watershed, Watershed Management For Sustainable Agriculture Agro bios** India.Vol, 164, Pp 35-44

Salameh, E, And Helen, B, (1993) **water Resources of Jordan Present Status and Future Potential.** Fri. Eb. St, Amman. Pp76-79

Yair, A. and Lavee, H. (1990**), Runoff generation in arid and semi-arid zones**, pp183-200, Edited by M.G. Anderson and T.P. Burt. Hydrological forecasting, John Wiley&Sons Ltd.